

DIKTAT

GAMBAR TEKNIK



Disusun oleh :

Ir. Yulia Venti Yoanita, M.Eng.

NIS. NIDN : 19870701 201907 2 014 / 0501078702

PROGRAM SARJANA
PENDIDIKAN VOKASIONAL TEKNOLOGI OTOMOTIF
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA
2021

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Bahan Ajar : Gambar Teknik
2. Bidang Kajian : Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif
3. Pelaksana
 - a. Nama Lengkap : Ir. Yulia Venti Yoanita, M. Eng.
 - b. Pangkat/Golongan : Penata Muda Tk I – III/b
 - c. NIS : 19870701 201907 2 014
 - d. Fakultas/Program Studi : FKIP/ PVTO
 - e. Telp/E-mail : 08562586622 / yventiyoanita@upy.ac.id

Ketua Program Studi



Bayu Gilang Purnomo, S.Pd. M. Pd.
NIS. 19910923 201907 1 012

Yogyakarta, 10 Desember 2020
Ketua Peneliti,



Ir. Yulia Venti Yoanita, M. Eng.
NIS. 19870701 201907 2 014

Mengetahui,
Kepala Lembaga Pengembangan Pendidikan



Selly Rahmawati, M. Pd.
NIP. 19870723 201302 2 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas lindungan dan karunia-Nya penulis dapat menyusun bahan ajar Gambar Teknik.

Bahan ajar ini merupakan salah satu perwujudan dari salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi yang dilaksanakan oleh civitas akademika Program Sarjana Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif UPY. Dalam kesempatan ini, Pelaksana ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkenan membantu pada tahap penyusunan ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Paiman, MP selaku rector Universitas PGRI Yogyakarta.
2. Bapak Darsono, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
3. Bapak Bayu Gilang P, M.Pd. selaku Kaprosia PVTO.
4. Rekan-rekan Prosa. PVTO UPY
5. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu dalam kontribusinya membantu proses penyusunan bahan ajar ini.

Pelaksana sadar bahwa bahan ajar ini tentunya tidak lepas dari banyaknya kekurangan, baik dari aspek kualitas maupun kuantitas dari bahan penelitian yang dipaparkan. Semua ini murni didasari oleh keterbatasan yang dimiliki peneliti. Oleh sebab itu, pelaksana membutuhkan kritik dan saran kepada segenap pembaca yang bersifat membangun untuk lebih meningkatkan kualitas dikemudian hari. Akhir kata semoga bahan ajar ini dapat memberi manfaat kepada semua pembaca. Terima kasih.

Yogyakarta, 12 Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
A. PENDAHULUAN	1
B. ALAT-ALAT GAMBAR DAN STANDARDISASI	3
1. Alat-alat gambar	3
a. Cara Menentukan Ukuran Kertas Gambar	3
b. Ukuran Standard Kertas Gambar(ISO 216).....	4
c. Jenis-jenis Pensil dan Penggunaan nya	5
d. Merucingkan Pensil	6
e. Menggunakan Pensil	7
f. Macam-macam Penggaris	8
g. Macam-macam Mal.....	11
h. Penghapus dan Pelindung Penghapus	15
i. Pena Gambar	15
j. Jangka	19
k. Papan Gambar	23
l. Mesin Gambar	23
2. Menyimpan Gambar	23
3. MELIPAT KERTAS GAMBAR	24
4. Etiket (Kepala Gambar)	25
C. GARIS DAN KONSTRUKSI GOOMETRIS	27
1. Tujuan Pembelajaran	27
2. Macam Garis dan Kegunaannya	27
3. Konstruksi Geometri	28
a. Membagi Garis Sama Panjang	28

b.	Membagi Garis menjadi n Bagian sama Besar	29
c.	Membagi Sudut Sama Besar.....	29
d.	Membagi sudut menjadi 3 Bagian.....	30
e.	Memindahkan Sudut	31
f.	Membuat Sudut 60°	32
g.	Membuat Sudut 70°	33
h.	Membuat Sudut 90°	33
i.	Membuat Sudut 45°	34
j.	Membuat Segi Empat Beraturan	35
k.	Segilima Beraturan	35
l.	Segi Enam Beraturan	36
m.	Segi Tujuh Beraturan	37
n.	Segi – n Beraturan	37
o.	Busur Singung Luar	39
p.	Busur Singung Dalam.....	40
q.	Busur Singung Luar Dalam.....	41
r.	Garis Singung	43
s.	Garis Singung Luar	44
t.	Garis Singung Dalam.....	45
u.	Elips	46
v.	Parabola.....	50
w.	Hiperbola	52
x.	Cyeloida	54
y.	Gambar C. 30 Cyeloida	54
z.	Evolvente	55
a.a.	Epicylcoida.....	56
a.b.	Hipocycloida.....	58
a.c.	Mencari titik pusat lingkaran	61
a.c.	Panjang Busur.....	62
a.d.	Menentukan Panjang Keliling Lingkaran.....	63
D.	PROYEKSI PIKTORIAL DAN ORTOGONAL	64

1. Proyeksi Piktorial :.....	64
a. Proyeksi Piktorial	64
b. Proyeksi Isometris	64
c. Proyeksi Dimetris.....	67
d. Proyeksi Miring (sejajar).....	68
e. Gambar Perspektif.....	68
2. Proyeksi Otogonal	72
a. Proyeksi Otogonal dari sebuah titik	72
Gambar D. 11 Proyeksi Otogonal dari sebuah titik	72
b. Proyeksi Ortogonal dari sebuah Garis	72
c. Proyeksi otogonal dari sebuah bidang	73
d. Proyeksi Otogonal dari sebuah Benda	73
3. Macam–macam Pandangan.....	74
4. Bidang–bidang proyeksi.....	75
a. Proyeksi Kuadran I (Proyeksi Eropa).....	75
b. Proyeksi di Kuadran III (Proyeksi Amerika).....	80
c. Simbol Proyeksi	81
d. Anak Panah.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel. 1 Ukuran Kertas.....	5
Tabel. 2 Jenis Pensil.....	6

DAFTAR GAMBAR

Gambar B. 1 Menentukan Ukuran Kertas.....	3
Gambar B. 2 Ukuran Kertas Gambar.....	4
Gambar B. 3 Ukuran kertas gambar dengan garis tepi.....	5
Gambar B. 4 Meruncingkan Pensil 1.....	7
Gambar B. 5 Meruncingkan Pensil 2.....	7
Gambar B. 6 Menggunakan Penggaris.....	8
Gambar B. 7 Penggunaan Penggaris 1.....	9
Gambar B. 8 Penggunaan Penggaris 2.....	10
Gambar B. 9 Penggunaan Penggaris 3.....	11
Gambar B. 10 Posisi Penggaris.....	11
Gambar B. 11 Mal Huruf.....	12
Gambar B. 12 Mal Busur.....	13
Gambar B. 13 Mal Elips.....	14
Gambar B. 14 Gambar dengan Pertolongan Mal Elips.....	14
Gambar B. 15 Mal Bentuk Lain.....	15
Gambar B. 16 Bagian Rapido.....	16
Gambar B. 17 Bagian Pena.....	17
Gambar B. 18 Penggunaan Pena.....	18
Gambar B. 19 Garis yang Dihasilkan.....	19
Gambar B. 20 Macam-macam Jangka.....	20
Gambar B. 21 Bagian-bagian Jangka.....	21
Gambar B. 22 Pemeliharaan Pen.....	22
Gambar B. 23 Cara Pembersihan Pen.....	22
Gambar B. 24 Papan Gambar.....	23

Gambar B. 25 Melipat Kertas Gambar 1	24
Gambar B. 26 Melipat Kertas Gambar 2	25
Gambar B. 27 Etiket 1	26
Gambar B. 28 Etiket 2	26
Gambar C. 1 Macam-macam Garis	27
Gambar C. 2 Penggunaan Garis	28
Gambar C. 3 Membagi Garis Sama Panjang	28
Gambar C. 4 Membagi Garis menjadi n Bagian sama Besar	29
Gambar C. 5 Membagi Sudut sama Besar.....	29
Gambar C. 6 Membagi Sudut menjadi 3 bagian.....	31
Gambar C. 7 Memindahkan Sudut.....	31
Gambar C. 8 Sudut 60°	32
Gambar C. 9 Membuat Sudut 90°	34
Gambar C. 10 Sudut 45°	34
Gambar C. 11 Segi Empat Beraturan	35
Gambar C. 12 Segi Lima Beraturan	35
Gambar C. 14 Segi Enam Beraturan.....	36
Gambar C. 15 Segi Tujuh Beraturan.....	37
Gambar C. 16 Segi n Beraturan.....	38
Gambar C. 17 Busur Singgung Luar	40
Gambar C. 18 Busur Singgung Dalam	41
Gambar C. 19 Busur Singgung Luar Dalam	42
Gambar C. 20 Garis Slinggung.....	44
Gambar C. 21 Garis Singgung Luar.....	45

Gambar C. 22 Garis Singgung Dalam	46
Gambar C. 23 Elips	47
Gambar C. 24 Elips dengan 3 Busur	48
Gambar C. 25 Elips	49
Gambar C. 26 Elips dengan Dua Lingkaran	50
Gambar C. 27 Parabola 1	51
Gambar C. 28 Parabola 2.....	52
Gambar C. 29 Hyperbola.....	53
Gambar C. 30 Cycloida.....	54
Gambar C. 31 Evolvente 1.....	55
Gambar C. 32 Evolvente 2.....	56
Gambar C. 33 Epicycloida	58
Gambar C. 34 Hipocycloida 1	58
Gambar C. 35 Hipocycloida 2	60
Gambar C. 36 Titik Pusat Lingkaran	61
Gambar C. 37 Panjang Busur	62
Gambar C. 38 Panjang Keliling Lingkaran	63
 Gambar D. 1 Proyeksi Piktorial	 64
Gambar D. 2 Proyeksi Isometris.....	65
Gambar D. 3 Proyeksi Isometris 180^0 ke kanan	66
Gambar D. 4 Proyeksi Isometris Kedudukan Horizontal.....	67
Gambar D. 5 Proyeksi Dimetris	67
Gambar D. 6 Kubus dengan Proyeksi Dimetris	67
Gambar D. 7 Proyeksi Miring Sejajar	68

Gambar D. 8 Perspektif dengan satu titik hilang	69
Gambar D. 9 Perspektif dengan dua titik hilang	70
Gambar D. 10 Persspektif dengan tiga titik hilang.....	71
Gambar D. 11 Proyeksi Otogonal dari sebuah titik.....	72
Gambar D. 12 Proyeksi Ortogonal dari sebuah Garis	72
Gambar D. 13 Proyeksi otogonal dari sebuah bidang.....	73
Gambar D. 14 Proyeksi Otogonal dari sebuah Benda.....	73
Gambar D. 15 Macam-macam Pandangan	74
Gambar D. 16 Bidang-bidang Proyeksi	75
Gambar D. 17 Proyeksi Kuadran 1 (Proyeksi Eropa)	76
Gambar D. 18 Bidang Batas Benda di Kuadran 1.....	77
Gambar D. 19 Batas bidang yang Hilang.....	77
Gambar D. 20 Penempatan Benda Kudran 1	78
Gambar D. 21 Tanpa Garis Bantu.....	79
Gambar D. 22 Proyeksi Kubus di Kuadran 1	79
Gambar D. 23 Posisi Kuadran 1.....	80
Gambar D. 24 Proyeksi Kuadran III	80
Gambar D. 25 Contoh Kuadran III	81
Gambar D. 26 Lambang Proyeksi	82
Gambar D. 27 Anak Panah	82

A. PENDAHULUAN

Gambar merupakan sebuah alat untuk menyatakan maksud dari seorang ahli teknik. Oleh karena itu gambar sering disebut sebagai “bahasa teknik”. Penerusan informasi adalah fungsi yang penting untuk bahasa maupun gambar. Gambar bagaimanapun juga adalah bahasa teknik oleh karena itu diharapkan bahwa gambar harus meneruskan keterangan-keterangan secara tepat dan obyektif. Dalam hal bahasa kalimat pendek dan ringkas harus mencakup keterangan-keterangan dan pikiran-pikiran yang berlimpah. Hal ini hanya dapat dicapai oleh kemampuan, karir dan watak dari penulis. Di lain pihak keterangan dan pikiran demikian hanya dapat dimengerti oleh pembaca yang terdidik. Keterangan-keterangan dalam gambar yang tidak dapat dinyatakan dalam bahasa harus diberikan secukupnya sebagai lambang.-lambang. Oleh karena itu berapa banyak dan berapa tinggi mutu keterangan yang dapat diberikan dalam gambar tergantung dari perancang gambar. Sebagai juru gambar sangat penting untuk memberikan gambar yang tepat dengan mempertimbangkan pembacanya. Untuk pembaca penting juga berapa banyak keterangan yang dapat dibaca dengan teliti dari gambar.

Tugas gambar digolongkan dalam tiga golongan berikut :

1. Penyampaian informasi

Gambar mempunyai tugas meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada orang-orang yang bersangkutan, kepada perencanaan proses, pembuatan, pemeriksaan, perakitan dst. Orang-orang bersangkutan bukan orang-orang pabrik sendiri, tetapi juga orang-orang dalam pabrik subkontrak. Penafsiran gambar diperlukan untuk penentuan secara obyektif. Untuk itu standar-standar, sebagai tata bahasa teknik, diperlukan untuk menyediakan ‘ketentuan-ketentuan yang cukup’.

2. Pengawetan, penyimpanan dan penggunaan keterangan

Gambar merupakan data teknis yang sangat ampuh, dimana teknologi dari suatu perusahaan dipadatkan dan dikumpulkan. Oleh karena itu gambar bukan saja diawetkan untuk mensuplai bagian-bagian produk untuk diperbaiki, tetapi gambar-gambar perlu juga disimpan dan diperlukan sebagai bahan informasi untuk rencana-rencana baru dikemudian hari. Untuk itu dipergunakan cara penyimpanan dan kodifikasi nomor urut gambar.

3. Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi

Dalam perencanaan, konsep abstrak yang melintas dalam pikiran diwujudkan dalam bentuk gambar melalui suatu proses. Masalahnya pertama-tama dianalisa dan disintesa dengan gambar. Kemudian gambarnya diteliti dan dievaluasi. Proses ini diulang-ulang sehingga dapat dihasilkan gambar-gambar yang sempurna. Dengan demikian gambar tidak hanya melukiskan gambar tetapi berfungsi juga sebagai peningkat daya berfikir bagi perencana.

Setelah mempelajari modul ini siswa diharapkan menyadari betapa pentingnya sebuah gambar bagi pekerjaan teknik. Selain itu siswa diharapkan bias membaca gambar teknik yang tidak terlalu rumit disamping bisa menuangkan gagasan sendiri kedalam bentuk gambar yang sederhana.

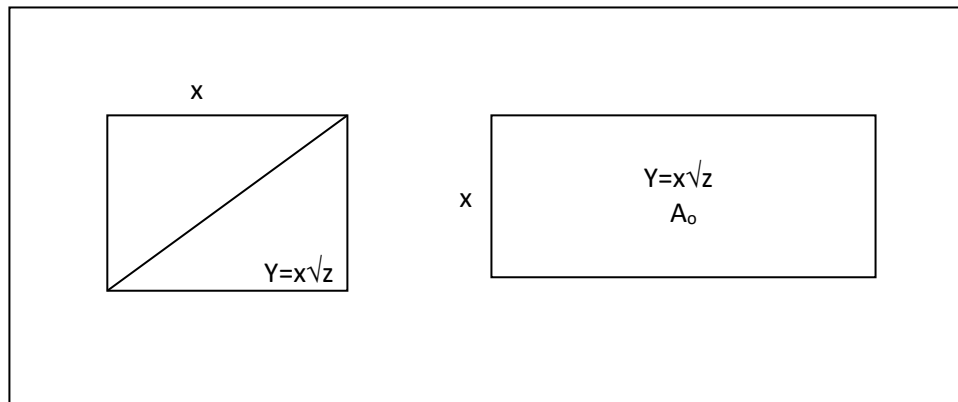
B. ALAT-ALAT GAMBAR DAN STANDARDISASI

1. Alat-alat gambar

Alat-alat gambar yang dipergunakan dalam bidang gambar mesin terdiri atas kertas gambar, potlot gambar, kotak jangka, penggaris T, sepasang segitiga, sepasang mal lengkungan, mal bentuk, mistar skala, busur derajat, penghapus, pelindung penghapus, pita gambar dan alas gambar.

a. Cara Menentukan Ukuran Kertas Gambar

Kertas gambar mempunyai ukuran panjang dan lebar. Sebagai ukuran pokok dari kertas gambar diambil ukuran A0 yang mempunyai luas 1m^2 atau $1.000.000\text{ mm}^2$. Perbandingan lebar dan panjangnya sama dengan perbandingan dari sisi bujur sangkar dengan diagonalnya (lihat gambar 1.1!). Jika bujur sangkar mempunyai sisi λ dan diagonalnya $y=x\sqrt{2}$, selanjutnya x dipakai sebagai panjang kertas gambar (lihat gambar 1.1).



Gambar B. 1 Menentukan Ukuran Kertas

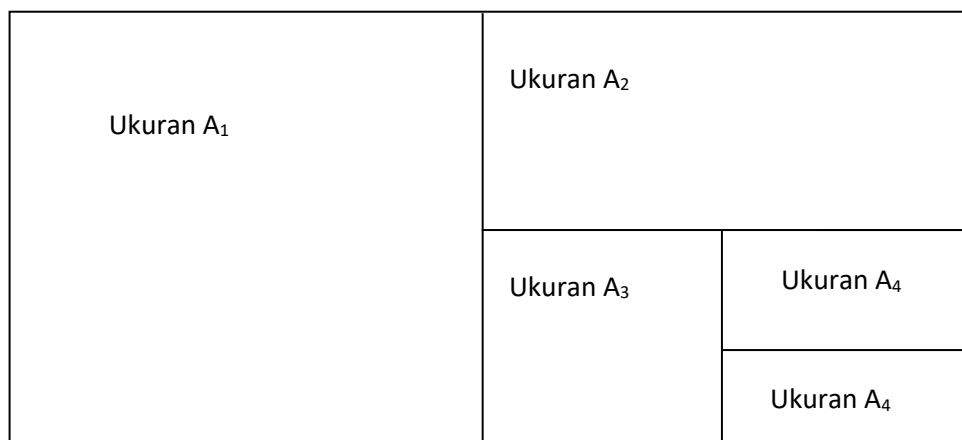
Karena ukuran kertas gambar A_0 , mempunyai luas $xy=1.000.000\text{ mm}^2$, dengan $y = x\sqrt{2}$, maka :

$$\begin{aligned} X,y &= 1.000.000\text{ mm}^2 \\ x.x\sqrt{2} &= 1.000.000 \\ x^2 &= 1.000.000/\sqrt{2} = 707106,7 \\ x &= \sqrt{707106,7} = 840,89\text{mm} \\ y &= 840,89.\sqrt{2} = 1189,19\text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi ukuran pokok kertas gambar yang sudah distandar adalah ukuran A_0 dengan panjang 1189 mm dan lebarnya 841 mm. Sedangkan untuk mendapatkan ukuran kertas gambar lainnya tinggal kita membagi dua, yaitu untuk ukuran :

1. A_1 didapat dari A_0 dibagi dua
2. A_2 didapat dari A_1 dibagi dua
3. A_3 didapat dari A_2 dibagi dua
4. A_4 didapat dari A_3 dibagi dua

Kertas gambar ukuran A_0



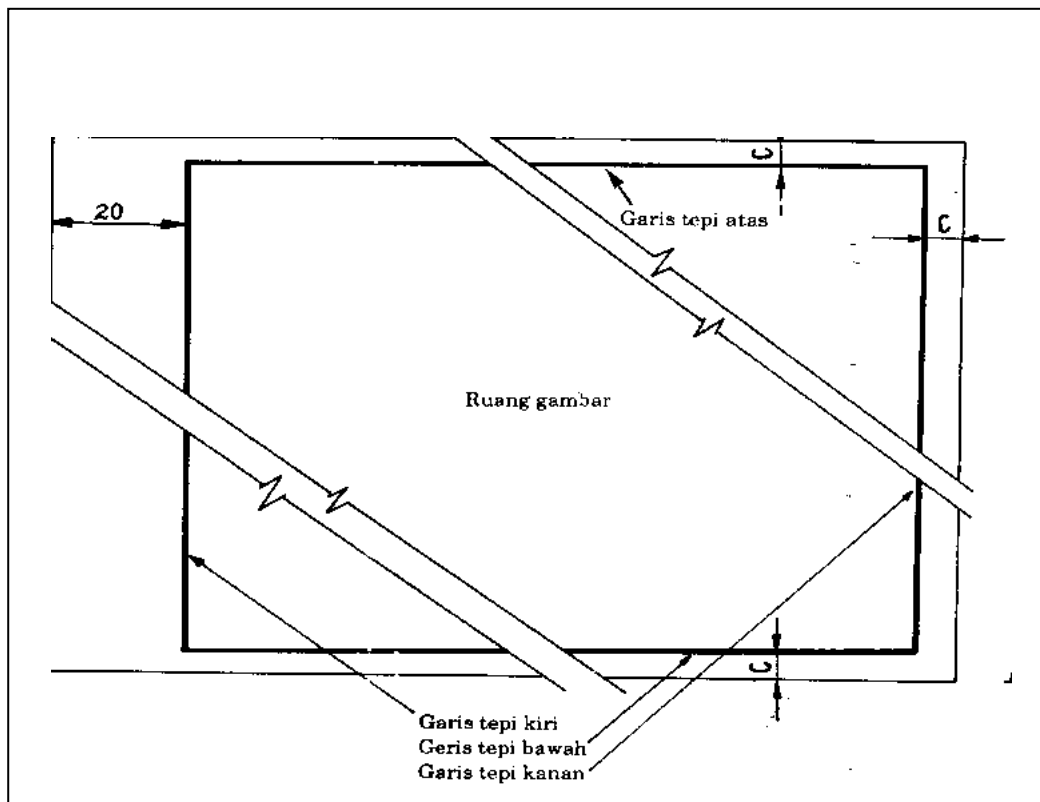
Gambar B. 2 Ukuran Kertas Gambar

b. Ukuran Standard Kertas Gambar(ISO 216)

Sesuai dengan sistem ISO (International Standardization for Organisation), ukuran kertas gambar ditentukan sebagai berikut (lihat tabel 1 berikut). Selanjutnya kertas gambar diberi garis tepi sesuai dengan ukurannya. C pada tabel adalah ukuran tepi bawah, tepi atas, dan tepi kanan, sedangkan tepi kiri untuk setiap ukuran kertas gambar ditetapkan 20 mm (ini dimaksudkan untuk membundel), Jika kertas dibandel tidak mengganggu gambarnya.

Tabel. 1 Ukuran Kertas

UKURAN	PANJANG	LEBAR	SISI KIRI	C
A ₀	841 mm	1189 mm	20 mm	10 mm
A ₁	594 mm	841 mm	20 mm	10 mm
A ₂	420 mm	594 mm	20 mm	10 mm
A ₃	287 mm	420 mm	20 mm	10 mm
A ₄	210 mm	297 mm	20 mm	5 mm
A ₅	148 mm	210 mm	20 mm	5 mm



Gambar B. 3 Ukuran kertas gambar dengan garis tepi

c. Jenis-jenis Pensil dan Penggunaannya

Pensil yang dipakai untuk menggambar ada tiga macam, yaitu pensil biasa, pensil yang dapat diisi kembali, dan pensil mekanik. Untuk ketiga jenis pensil ini mempunyai

tingkat kekerasan tertentu, mulai dari yang lunak sampai keras. Tingkat kekerasan pensil dapat dilihat dari tabel berikut. :

Tabel. 2 Jenis Pensil

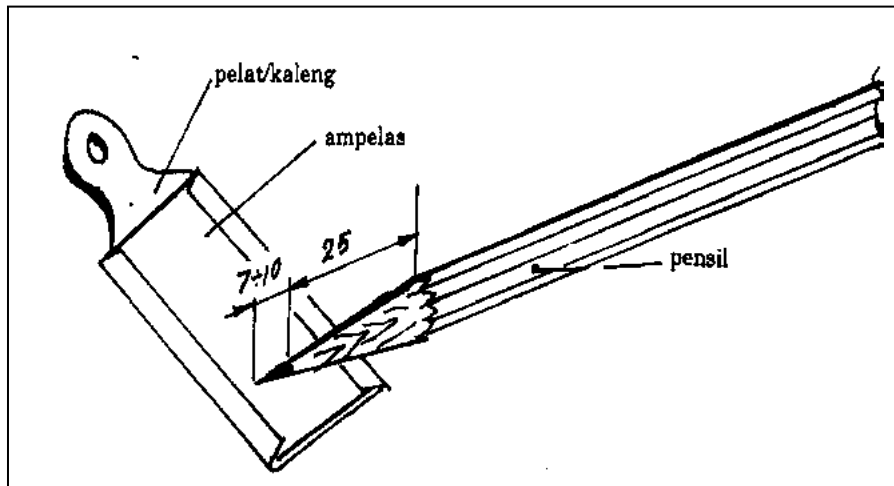
Lunak	Sedang	Keras
2B	B	4H
3B	HB	5H
4B	F	6H
5B	H	7H
6B	2H	8H
7B	3H	9H

Keterangan :

- H = hard
- B = black
- HB = half black
- F = firm
- Angka didepan huruf H menunjukkan tingkat kekerasannya (semakin besar angkanya semakin keras pensilnya).
- Sedangkan angka didepan huruf B menunjukkan kelunakannya(semakin lunak, angkanya semakin besar).

d. Meruncingkan Pensil

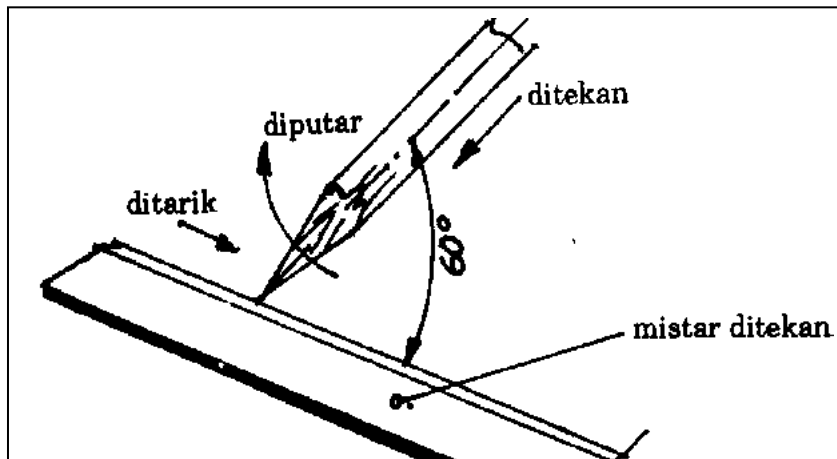
Pensil biasa perlu diruncingkan, karena baik atau buruknya suatu garis tergantung dari cara meruncingkan pensil. Oleh karena itu meruncingkan pensil harus benar. Meruncingkan pensil tidak dengan cara menggosokkan-nya didinding, meja atau lantai, sehingga dinding, meja atau lantai menjadi kotor. Oleh karena itu harus disediakan ampelas halus (no.220 atau no 400) yang disimpan atau diletakkan pada pelat seng (Lihat gambar 2.5 di bawah).



Gambar B. 4 Meruncingkan Pensil 1

e. Menggunakan Pensil

Untuk mendapatkan garis yang baik (rata dan tajam) maka pensil harus ditarik dengan diputar sambil ditekan pelan-pelan dan kedudukan pensil 60° terhadap garis yang akan dibuat (lihat gambar 2.6) .



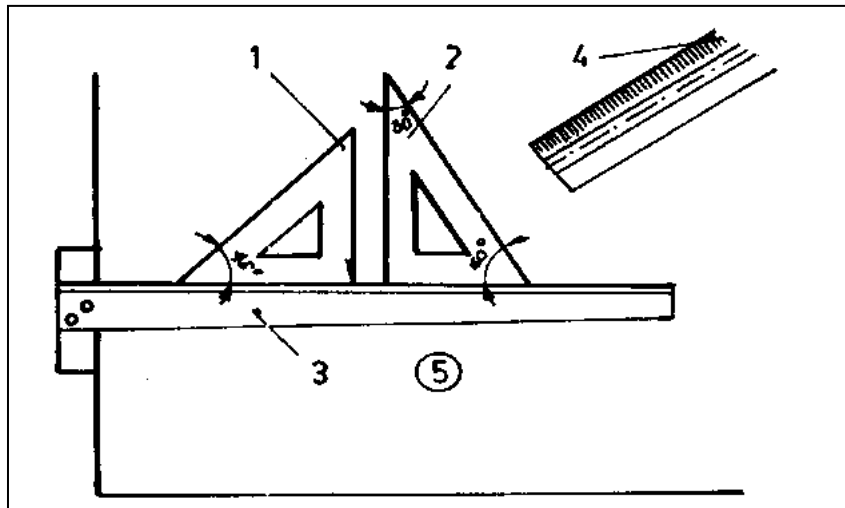
Gambar B. 5 Meruncingkan Pensil 2

f. Macam-macam Penggaris

Penggaris yang dipakai sewaktu menggambar antara lain:

1. penggaris/mistar segitiga (satu pasang)
2. mistar T (teken hak)
3. mistar skala

Perhatikan gambar 2.7!

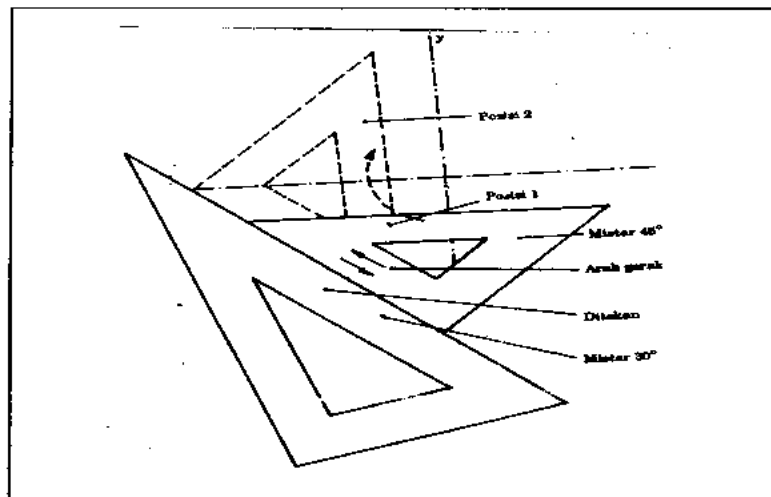


Gambar B. 6 Menggunakan Penggaris

Keterangan:

1. Mistar siku 45
2. Mistar siku 60 /30
3. Mistar T (teken hak)
4. Mistar skala
5. Meja gambar

Mistar skala yaitu mistar untuk mengukur dengan ukuran skala 1:2, 1:3 dan seterusnya.



Gambar B. 7 Penggunaan Penggaris 1

a. Cara Menggunakan Mistar (sepasang segitiga)

Untuk membuat garis tegak lurus atau garis sejajar, baik tegak maupun mendatar, dapat kita gunakan sepasang mistar segitiga (lihat gambar 2.8).

Caranya sebagai berikut:

1. letakkan mistar 45⁰ mendatar dengan posisi 1!
2. letakkan mistar 30⁰/60⁰ rapat pada sisi bawah dan peganglah(tekan)!
3. bila kita membuat garis-garis sejajar sumbu x, geserkan mistar 45⁰ keatas atau kebawah (lihat anak panah) sesuai dengan kebutuhan !
4. putarkan mistar 45⁰ menjadi posisi 2 untuk membuat garis yang sejajar sumbu y atau garis-garis yang tegak lurus sumbu x!
5. dengan menggeser mistar 45⁰ pada posisi 1 dan memutar mistar 45⁰ ke posisi 2, kita dapat membuat garis-garis mendatar maupun garis-garis tegak.

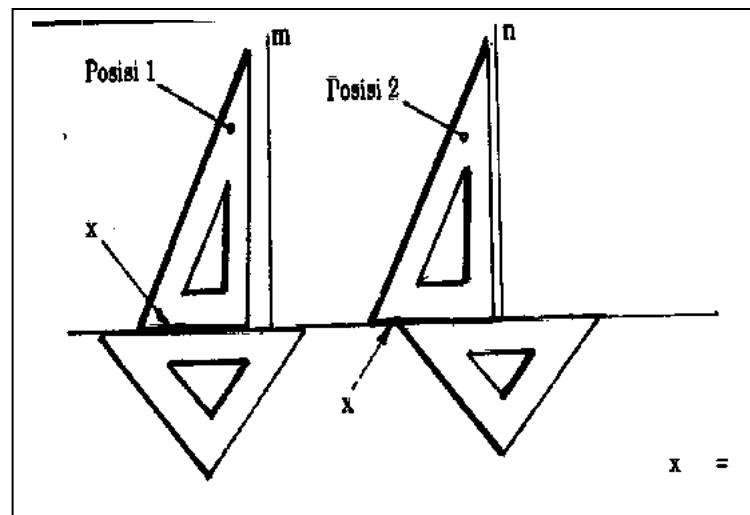
b. Pemeliharaan Mistar Segitiga.

Pemeliharaan alat gambar yang sering diabaikan oleh siswa antara lain:

- Kebersihan, misalnya mistar yang dipakai tidak dibersihkan, sehingga kertas gambar menjadi kotor. Oleh karena itu, mistar gambar sebelum dipakai harus dibersihkan terlebih dahulu (dilap, bila perlu dicuci).
- Mistar segitiga atau mistar gambar yang lain, tanpa disadari digunakan untuk memukul, digunakan untuk memotong kertas, hingga mistar menjadi cacat

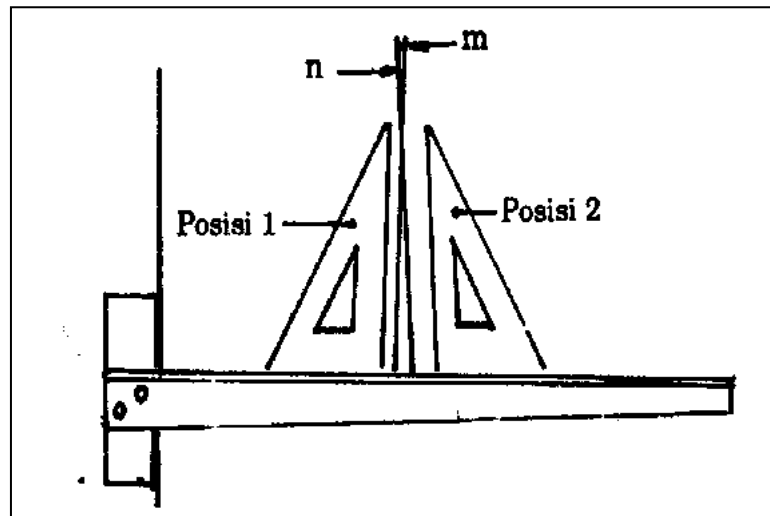
dan bila dipakai untuk menggambar maka hasil garisnya tidak lagi lurus. Oleh karena itu, jangan sekali-kali memotong dengan menggunakan mistar gambar, pakailah mistar potong khusus.

- Mistar segitiga terbuat dari plastik\mika, pada ujungnya sering terjadi perubahan bentuk (bengkok) akibat jatuh, perubahan temperatur, atau tekanan-tekanan yang menyebabkan perubahan bentuk. Biasanya perubahan ini tidak terlihat, tetapi bila mistar itu kita gunakan akan terjadi ketidak sejajaran dalam menarik garis yang satu dengan yang lainnya (lihat gambar dibawah !).



Gambar B. 8 Penggunaan Penggaris 2

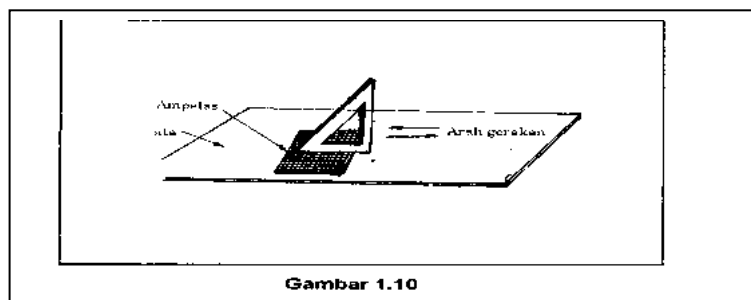
Pada posisi 1 bagian alas segitiga berada diatas segitiga lainnya dengan alas berimpit penuh, sedangkan pada posisi 2 alas segitiga tidak berimpit penuh (lihat tanda x pada gambar !). Oleh karena ada lengkungan yang tidak terlihat pada ujung segitiga maka garis yang dihasilkan m tidak sama dengan n. Oleh karena itu, segitiga sebelum dipakai harus diperiksa dahulu ketegak lurusannya, yaitu dengan meletakkannya pada garis lurus (didas segitiga lainnya) lihat gambar 2.10 !



Gambar B. 9 Penggunaan Penggaris 3

- Tempatkan segitiga pada posisi 1 dan buat garis m !
- Kemudian balikkan segitiga pada posisi 2 dan buatlah garis n !

Jika garis m dan n tidak sejajar (berimpit) maka mistar tersebut harus diluruskan, yaitu dengan cara menggosokkan segitiga yang lengkung tersebut pada ampelas yang disimpan diatas meja rata atau meja kaca, sambil berulang-ulang memeriksa\mencoba kembali sampai garis yang dihasilkan sejajar (berimpit).



Gambar B. 10 Posisi Penggaris

g. **Macam-macam Mal**

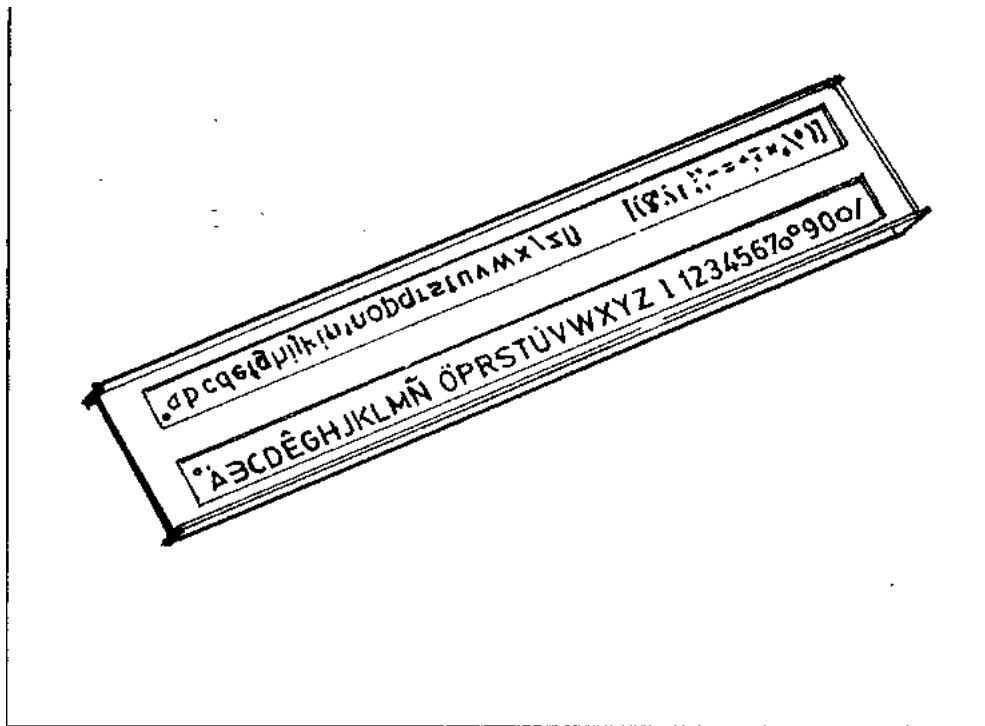
Mal yang dipakai untuk menggambar teknik terdiri atas:

- Mal huruf
- Mal busur (kurva)
- Mal lingkaran

- Mal elips
- Mal khusus (tanda-tanda pengerjaan dan semacamnya).

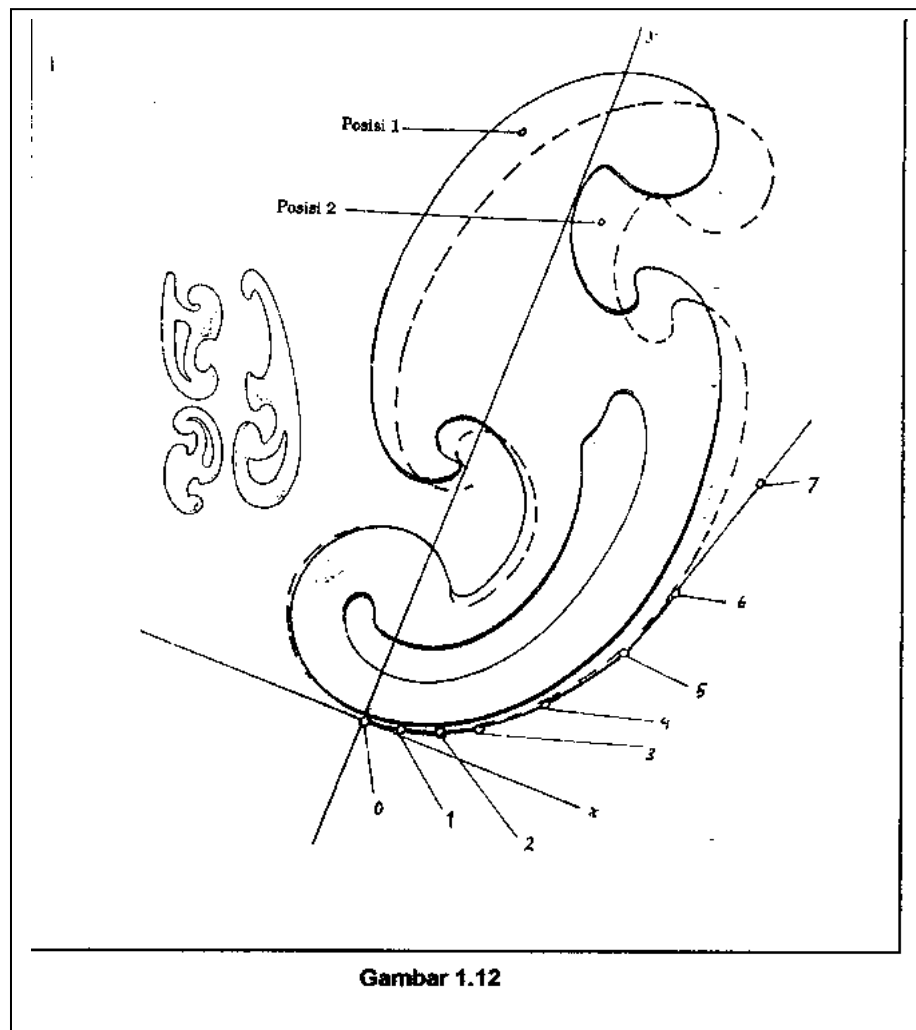
a. Mal Huruf

Mal huruf yaitu alat yang digunakan untuk membuat huruf dengan perantaraan pen/rapido .Mal huruf mempunyai ukuran 0, 25; 0, 35; 0, 5; 0, 7; 1, 4; dan 2 mm (lihat gambar berikut!).



Gambar B. 11 Mal Huruf

b. Mal busur dan mal kurva

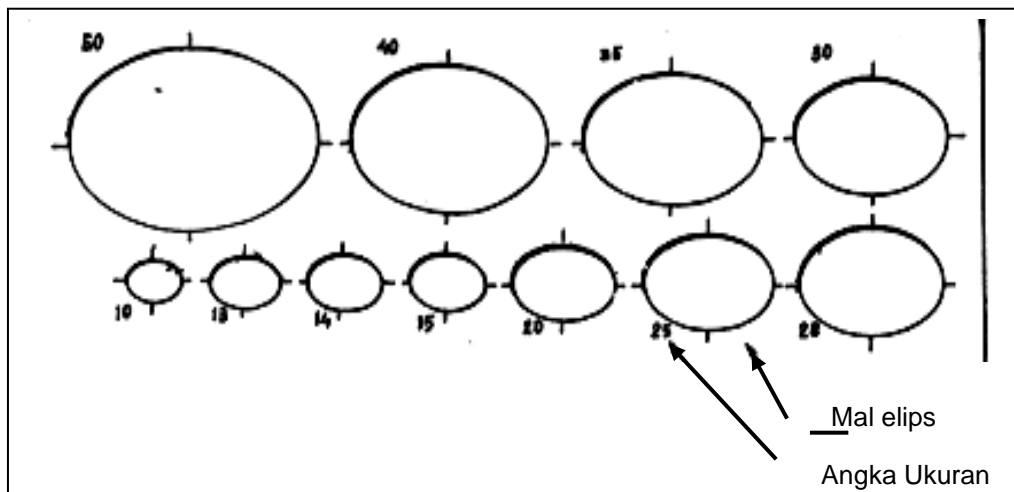


Gambar B. 12 Mal Busur

Untuk membuat lengkungan-lengkungan yang teratur, misal lengkungan parabola, hiperbola, epicycloida, hipocycloida, dan sebagainya dapat kita gunakan mal busur. Misal lengkungan parabola yang memotong titik 1, 2, 3, 4, 5, dan seterusnya pada gambar diatas. Untuk garis yang memotong titik 1, 2, 3, mal ditempatkan pada posisi 1, sedangkan untuk titik-titik 4, 5, dan 6, mal digeser pada posisi 2 sehingga didapatkan lengkungannya.

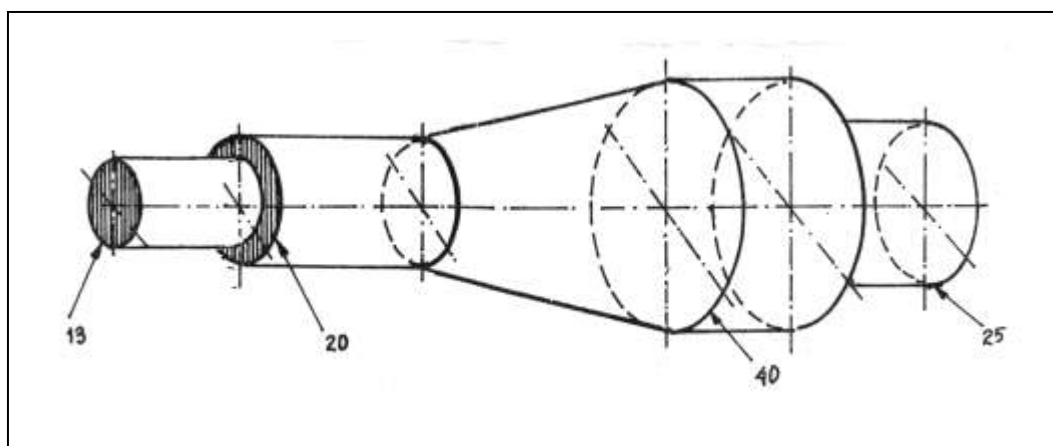
c. Mal Elips

Mal elips digunakan untuk membuat elips, misal gambar-gambar silinder, cincin poros, dan bentuk-bentuk elips lainnya.



Gambar B. 13 Mal Elips

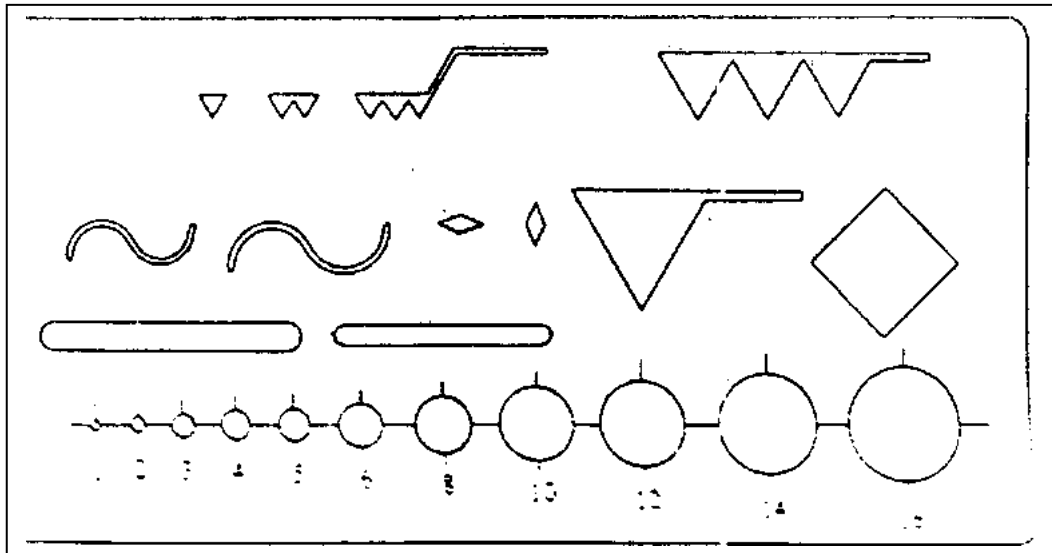
Gambar dibawah merupakan gambar yang dibuat dengan pertolongan mal elips.



Gambar B. 14 Gambar dengan Pertolongan Mal Elips

d. Sablon/mal dengan bentuk lain.

Sablon/mal dengan bentuk yang khusus mempunyai bermacam-macam bentuk, misalnya untuk simbol-simbol pengerjaan, tanda pengerjaan, anak panah, atau simbol-simbol dari konstruksi pipa. Ada juga mal untuk simbol kelistrikan dan lain-lain. Salah satu contoh mal dengan bentuk lain adalah mal untuk tanda pengerjaan (lihat gambar 1.15)



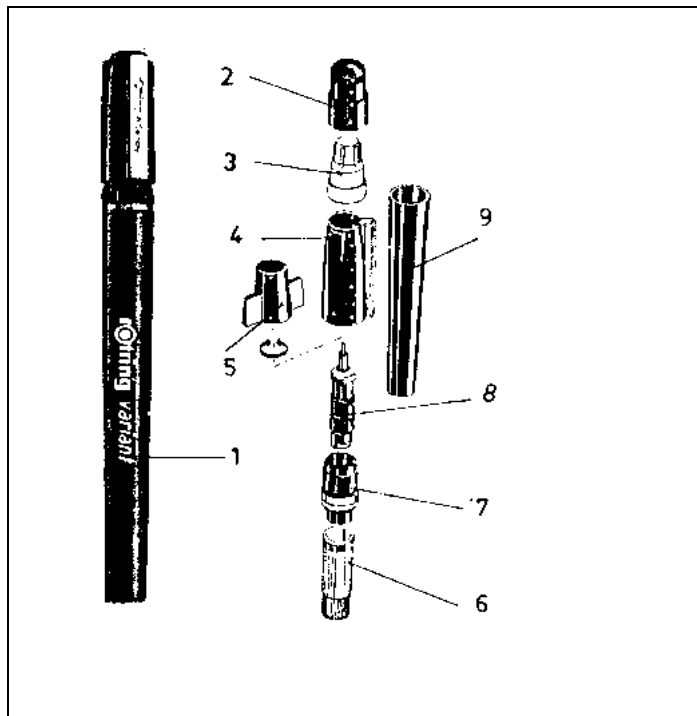
Gambar B. 15 Mal Bentuk Lain

h. Penghapus dan Pelindung Penghapus

Penghapus yang kita pakai untuk menghapus garis pensil yang tidak berguna, berupa penghapus putih halus (supaya tidak meninggalkan warna). Bagian gambar yang dekat terhadap garis yang dihapus, perlu dilindungi dengan pelindung penghapus.

i. Pena Gambar

Bila kita akan membuat gambar asli yaitu gambar yang ditinta, maka kita menggunakan pena. Pena ini ada dua macam, yaitu pena dengan mata/daun dapat diatur (trek-pen) dan pena dengan ketebalan tetap (tergantung dari ukuran yang diinginkan) dengan ukuran yang bermacam-macam, yang biasa disebut rapido (lihat gambar 1.16)



Keterangan ;

1. Rapido
2. Mahkota / Kepala (luar)
3. Mahkota / kepala (dalam)
4. Tutup
5. Kunci Pembuka Pena
6. tabung tinta
7. Rumah Pena
8. Pena
9. tangkai

Gambar B. 16 Bagian Rapido

a. Bagian-bagian Pena dan Kegunaannya

Untuk memahami bagian-bagian pena dan kegunaannya perhatikan gambar 1.17

No.1. Mur pengatur; untuk mengatur ketebalan garis yang diinginkan (lihat ukuran d di bawah!).

No.2. Mata-pena (daun pena) yang dapat bergerak sesuai dengan putaran mur 1.

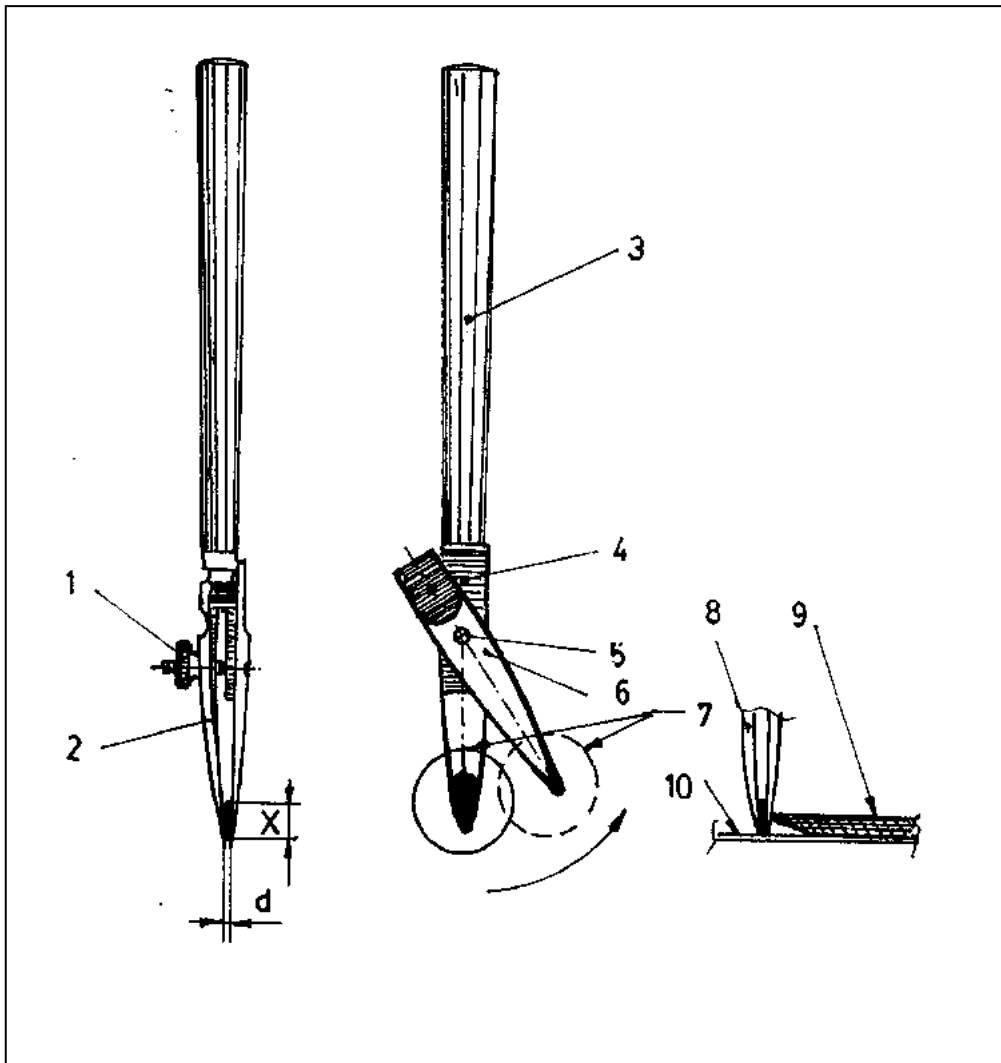
No.3. Tangkai.

No.4. Lubang Pengunci.

No.5. Baut pengikat pena.

No.6. Daun pena (mata-pena) yang dapat diputar.

No.7. Bagian yang perlu mendapatkan perawatan (dibersihkan atau diratakan)



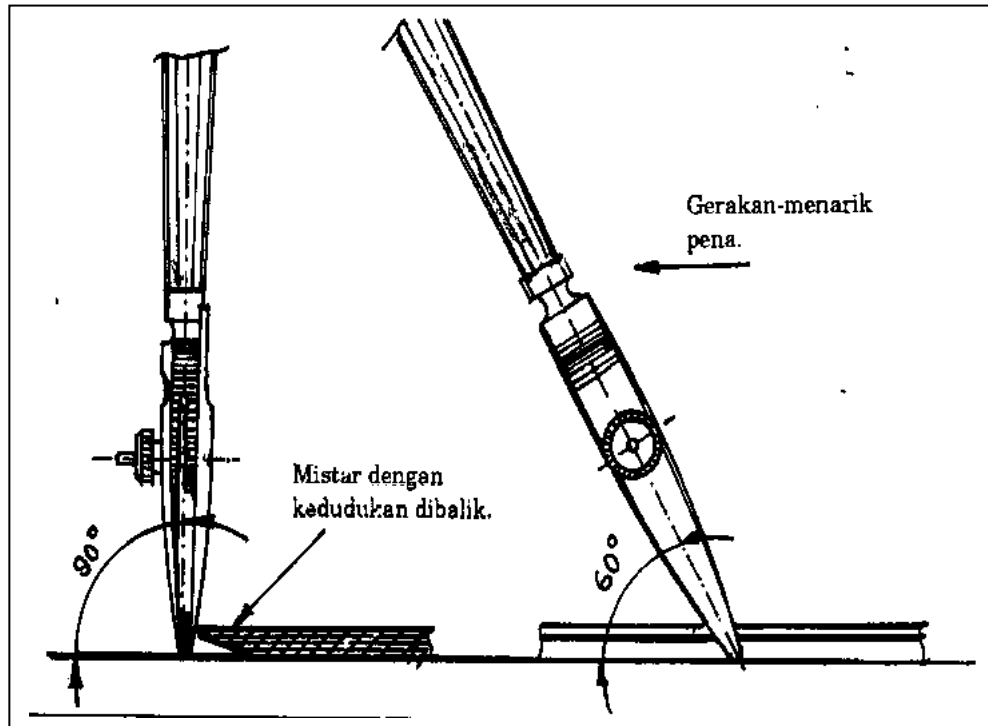
Gambar B. 17 Bagian Pena

b. Penggunaan Trekpen

Waktu kita membuat gambar dengan trekpen perlu kita perhatikan hal-hal berikut:

- Tinta yang kita isikan di antara dua mata pena dengan tinggi x pada gambar 1.17 diatas, jangan terlalu banyak ($x=3$ s/d 5 mm).
- Bagian luar daun pena harus dalam keadaan bersih (bebas tinta). Lihat no. 8 pada gambar !
- Penggaris yang kita pakai harus kita ganjal bagian bawahnya (antara kertas

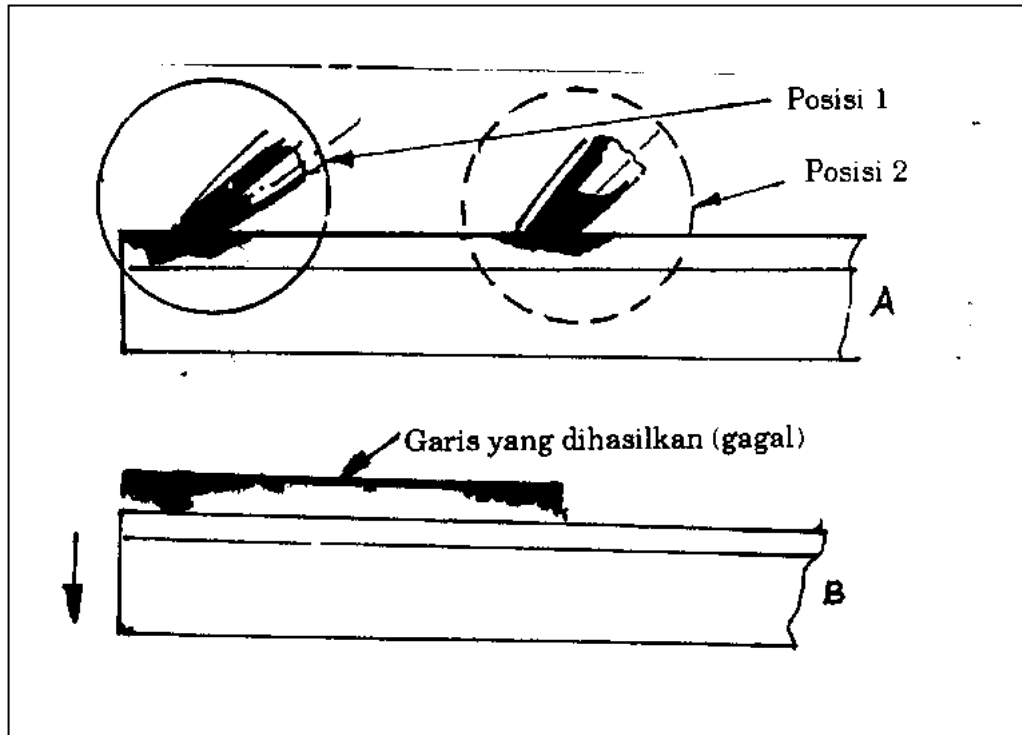
- d. no.10 dengan mistar no.9) pada gambar diatas, dipasang pita gambar atau diletakkan mistar lain). Atau dengan cara membalik penggaris dengan kedudukan bagian miringnya berada dibawah (lihat gambar 1.18)



Gambar B. 18 Penggunaan Pena

- e. Pada saat menarik garis, harus tegak dan ditarik 60° kearah garis yang dibuat.(Lihat gambar 1.18 diatas)

Jika mata pena bagian luarnya basah dengan tinta, maka tinta basah tersebut akan menempel/membasahi mistar dan terisap oleh kertas. Sehingga antara kertas dan mistar terjadi pelebaran tinta (lihat gambar dibawah pada posisi 1, dan bila pena ditarik keposisi 2 akan terdapat suatu garis).



Gambar B. 19 Garis yang Dihasilkan

Setelah selesai menggaris kemudian kemudian penggaris digeser dari posisi A ke posisi B maka terdapatlah hasil garis yang gagal. Oleh karena itu hal-hal yang perlu diperhatikan diatas perlu dipahami dan dilaksanakan, dicoba dan dilatih berkali-kali sehingga mempunyai pengalaman tersendiri.

j. Jangka

Jangka adalah alat untuk membuat lingkaran atau busur lingkaran, baik dengan ujung pensil atau dengan tinta.

a. Macam-macam jangka

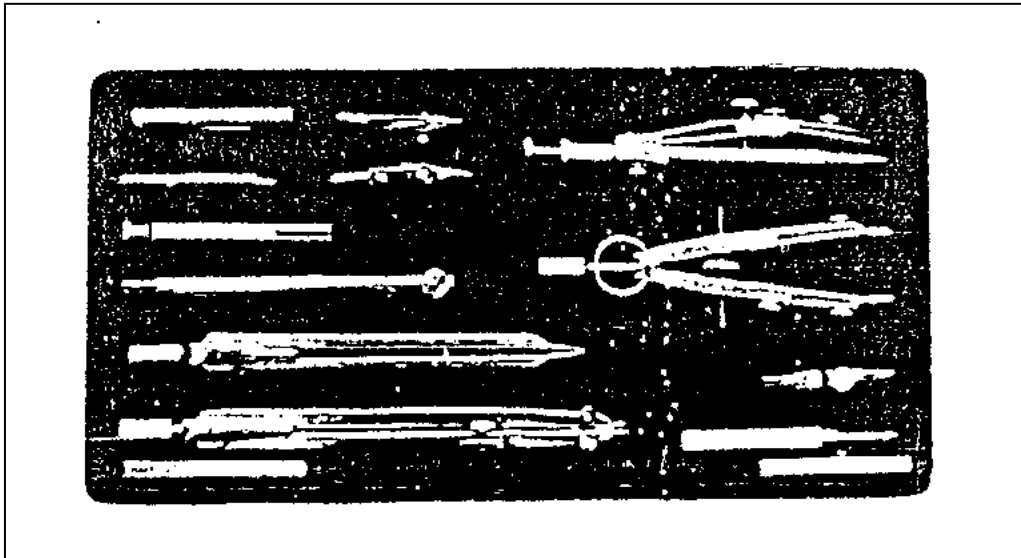
Jangka terdiri atas:

1. jangka besar yang dapat membuat lingkaran antara 100 sampai dengan 200 m.
2. jangka sedang yang dapat membuat lingkaran antara 50 sampai dengan 100 mm.
3. jangka kecil (biasanya mempunyai pegas/jangka pegas) yang dapat membuat lingkaran antara 5 sampai dengan 50 mm.

4. jangka Orleon digunakan untuk membuat lingkaran yang tidak dapat dibuat oleh jangka kecil. Jangka Orleon ini dapat membuat lingkaran dengan diameter 1 sampai dengan 5 mm.

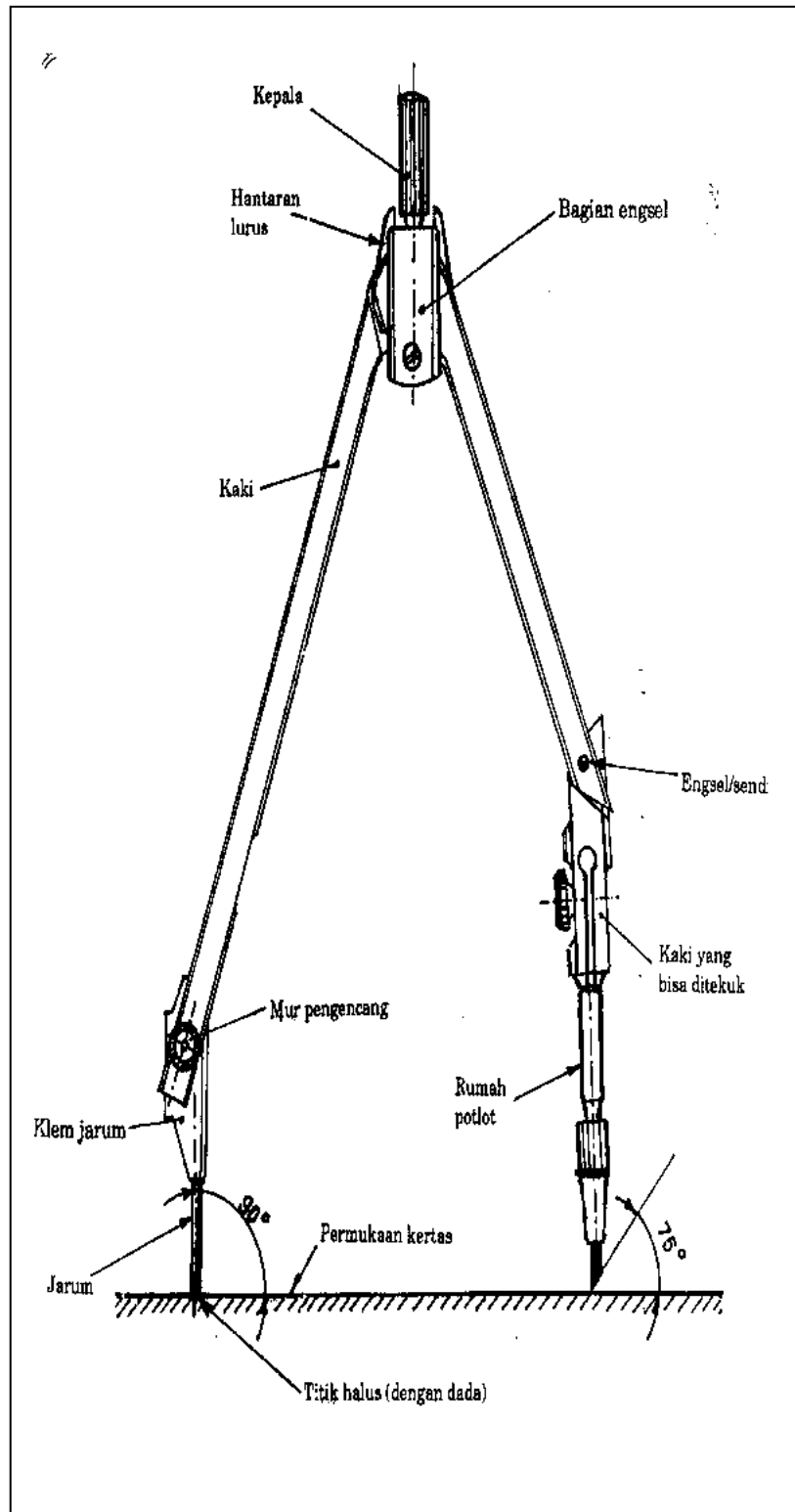
b. Kotak Jangka (penyimpan jangka)

Jangka disimpan didalam kotak jangka sesuai dengan tempat dan bentuk dari jangka tersebut (lihat gambar dibawah!).



Gambar B. 20 Macam-macam Jangka

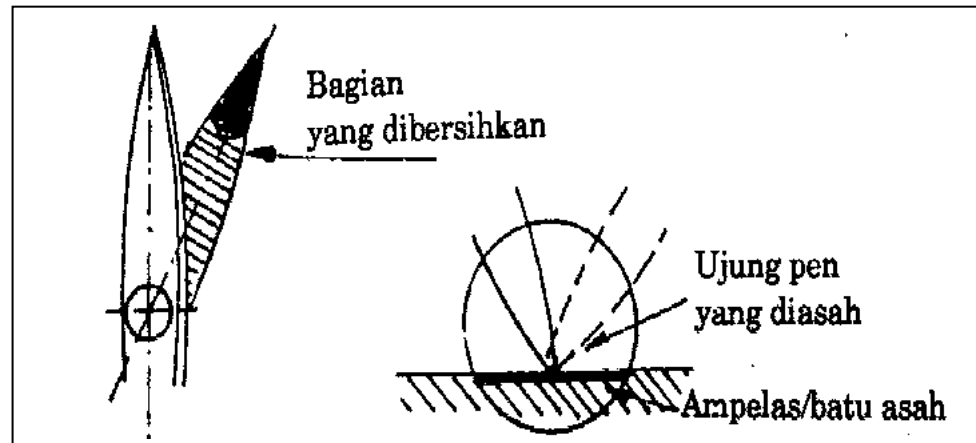
c. Bagian-bagian Jangka



Gambar B. 21 Bagian-bagian Jangka

d. Pemeliharaan Pen

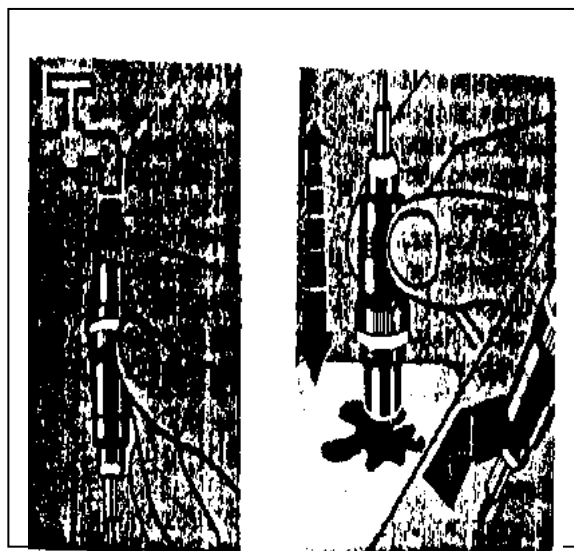
Pen (trekpen) setelah dipakai harus segera dibersihkan. Dengan memutar daun/mata pena maka dengan mudah kita dapat membersihkan bagian dalam dari trek-pen tersebut.



Gambar B. 22 Pemeliharaan Pen

Jika mata pena bagian yang satu dengan bagian lainnya tidak rata, maka mata pena tersebut dapat diratakan dengan cara mengasahnya dengan ampelas halus atau dengan batu asah (lihat gambar diatas).

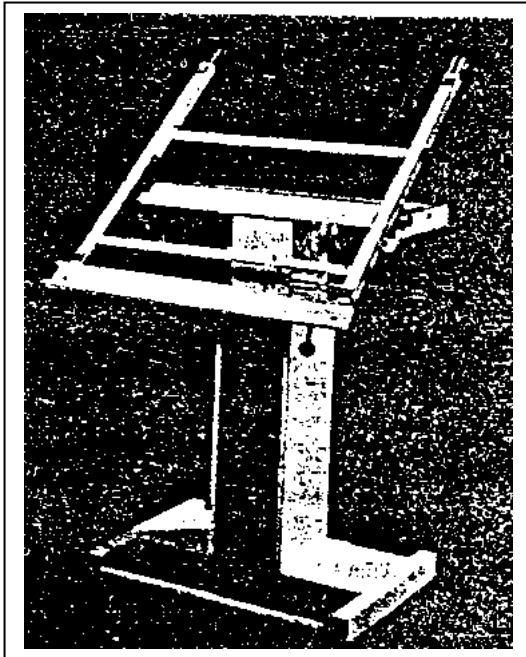
Untuk membersihkan pen (rapido) dapat ditempuh langkah berikut :



Gambar B. 23 Cara Pembersihan Pen

- lepaskan pena dari tangkai/rumahnya dengan menggunakan kunci pena yang tersedia.
- semprotkan air ledeng/keran kearah pena (lihat gambar)!
- ketuk-ketukkan dengan pelahan untuk mengeluarkan tinta didalam pen

k. Papan Gambar



Gambar B. 24 Papan Gambar

Ukuran papan gambar disesuaikan dengan ukuran kertas gambar. Misalnya untuk ukuran kertas A₀ mm dan untuk ukuran kertas A₁, ukuran papannya 600 x 450 mm. Papan gambar dapat dibuat dari kayu lapis (ply-wood) dengan alas kertas aatau plastik lunak, atau dapat pula dibuat dari kayu kertas lainnya. Papan gambar diletakkan di atas meja atau ditempelkan di atas standar yang dibuat khusus (lihat gambar 1.24)

l. Mesin Gambar

Sebagai kelengkapan dari papan gambar yaitu gambar. Mesin gambar ini berfungsi sebagai pengganti dari alat-alat gambar lainnya, misalnya penggaris T (tekan hak), mistar segitiga, dan busur derajat.

2. Menyimpan Gambar

Untuk membuat suatu unit mesin, memerlukan beratus-ratus gambar, bahkan beribu-ribu gambar yang harus dibuat. Oleh karena itu gambar harus diberi nomor (kodifikasi nomor urut). Nomor urut (kodifikasi nomor urut) dibuat untuk memudahkan dalam mencari data/informasi sewaktu merakit atau mereparasi dari suatu suku cadang.

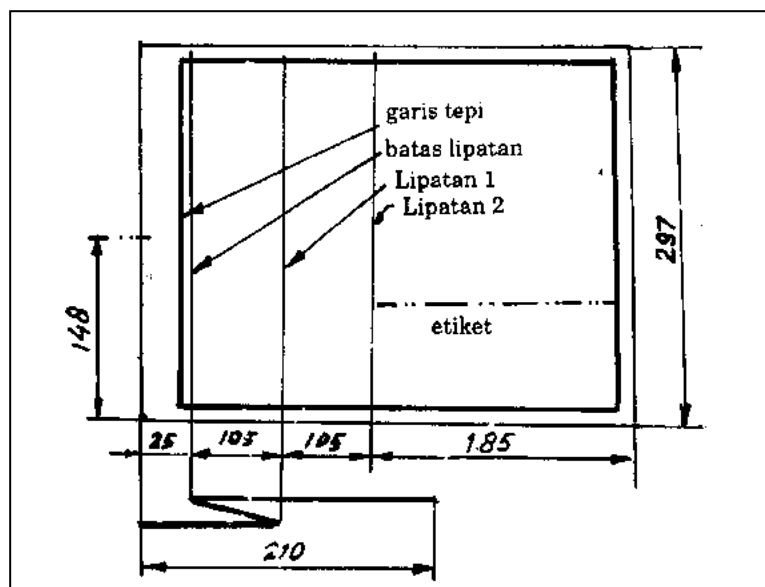
Selain gambar harus diberi nomor, gambar juga perlu disimpan/diawetkan sebagai data informasi untuk rencana-rencana baru. Penyimpanan gambar dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

1. Disimpan dengan dibendel dengan cara gambar dikumpulkan; gambar yang mempunyai ukuran besar dilipat sesuai teknik melipat gambar, diurut sesuai dengan pengelompokannya, kemudian dibendel dalam suatu file.
2. Untuk menghemat tempat, ada juga gambar difoto diperkecil dan klisenya disimpan pada kartu-kartu berlubang untuk memudahkan mencari gambar yang diperlukan .
3. Dewasa ini gambar dapat dibuat dengan komputer, maka penyimpanan gambarpun disimpan /diawetkan dalam suatu disket/hardisk.

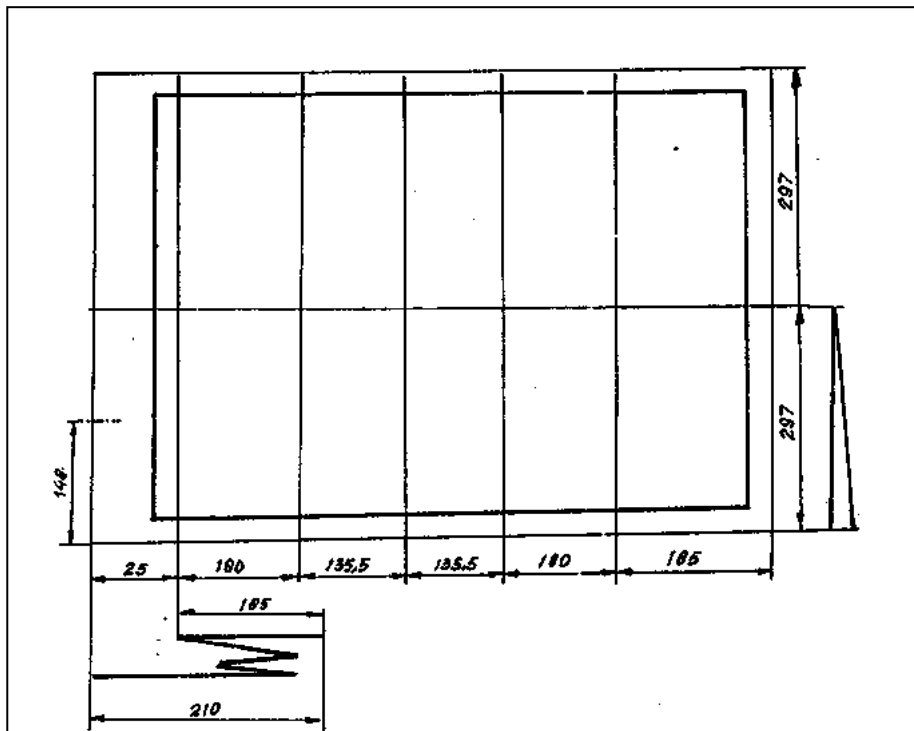
3. MELIPAT KERTAS GAMBAR

Jika kertas gambar akan dibendel, maka kertas gambar yang berukuran besar perlu dilipat (kecuali gambar asli jangan dilipat). Lipatan kertas gambar ini jangan sampai merusak gambar yang ada di dalamnya. Selain tidak merusak gambar, cara melipatnya juga harus teratur, agar gambar dapat diketahui dengan mudah identitasnya. Oleh karena itu, kepala gambar (etiket gambar) harus ditempatkan pada lipatan paling atas, sehingga kalau gambar/bendel dibuka akan segera terlihat etiketnya. Etiket ini memuat data penting dari gambar, misalnya nama gambar, instansi yang mengesahkan, pembuat gambar, sampai dengan nama bagian dari gambar.

Di bawah ini contoh melipat kertas gambar A₃.



Gambar B. 25 Melipat Kertas Gambar 1



Gambar B. 26 Melipat Kertas Gambar 2

Gambar boleh dilipat adalah gambar cetakan, sedangkan gambar asli tidak boleh dilipat, tetapi boleh digulung dengan diameter minimum 40 mm. Contoh kertas gambar A₂ mendatar menjadi ukuran A₄.

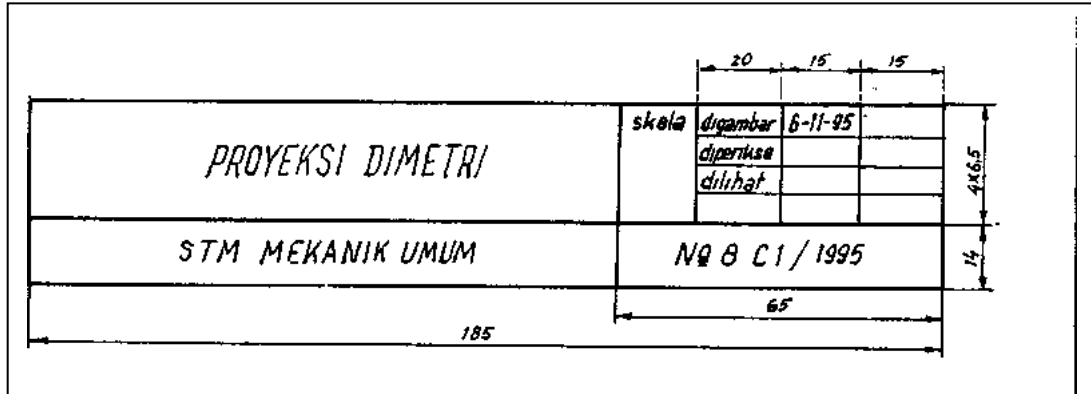
4. Etiket (Kepala Gambar)

Setiap gambar kerja yang dibuat selalu ada etiketnya. Etiket dibuat di sisi kanan bawah kertas gambar. Pada etiket (kepala gambar) ini kita dapat mencantumkan :

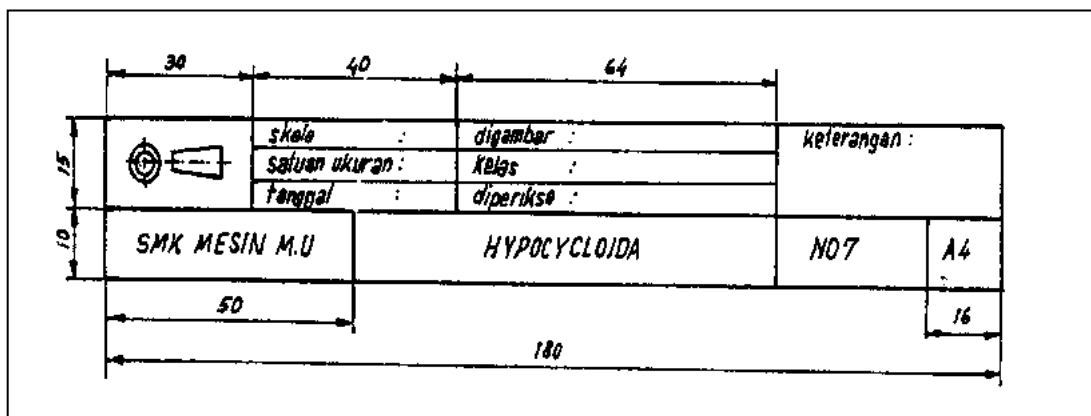
- Nama (yang membuat gambar)
- Nama gambar
- Nama instansi, departemen, atau sekolah
- Nomor gambar
- Tanggal menggambar atau selesainya gambar
- Tanggal diperiksa gambar dan nama yang memeriksa
- Ukuran kertas gambar yang dipakai
- Skala gambar
- Proyeksi yang dipakai pada gambar tersebut

- Satuan ukuran yang digunakan
- Sebagai data yang diperlukan untuk kelengkapan gambar.

Beberapa contoh etiket dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar B. 27 Etiket 1



Gambar B. 28 Etiket 2

Keterangan :

Etiket jenis ke-1, mempunyai kolom untuk tanda proyeksi, sebaiknya digunakan untuk gambar dengan proyeksi di kuadran III atau dapat pula untuk gambar di kuadran I. Sedangkan untuk etiket jenis yang ke-2 tidak menggunakan tanda peroyeksi, sebagai keseragaman ini khusus untuk proyeksi di kuadran I (Eropa).

C. GARIS DAN KONSTRUKSI GOEMETRIS

1. Tujuan Pembelajaran





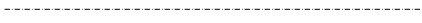
Siswa dapat memahami bentuk huruf dan konstruksi yang digunakan pada gambar teknik mesin.

2. Macam Garis dan Kegunaannya

Dalam kegiatan menggambar dikenal dengan beberapa macam garis berikut kegunaan masing-masing :

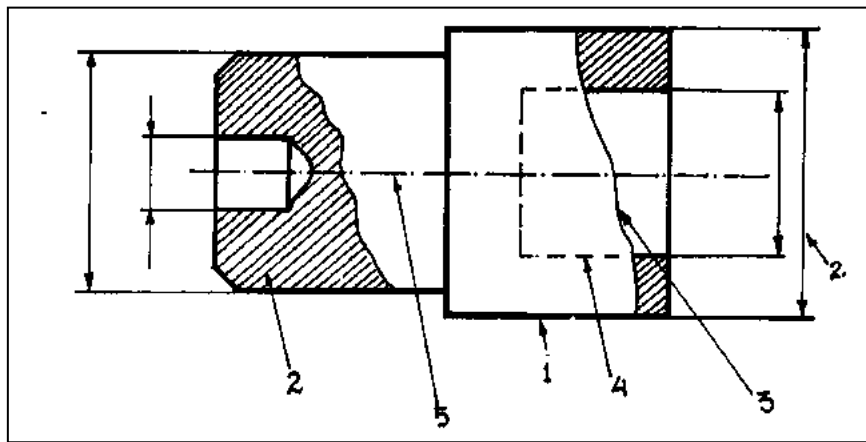
1. Garis tebal atau juga disebut garis tebal kontinyu digunakan untuk membuat garis tepi dan garis nyata lainnya.
2. Garis tipis kontinyu digunakan untuk garis-garis ukur arsir, dan garis proyeksi serta garis bantu lainnya.
3. Garis kontinyu bebas digunakan untuk garis batas dari pemotongan sebagian.
4. Garis-garis gores tipis digunakan untuk menyatakan garis-garis gambar yang tidak terlihat terhalang.
5. Garis sumbu atau garis strip titik di gunakan untuk garis sumbu gambar.

Keterangan

- | | | |
|----|---|--------------------------|
| 1) |  | (Garis tebal kontinyu) |
| 2) |  | (Garis tipis Kontinyu) |
| 3) |  | (Garis kontinyu bebas) |
| 4) |  | (Garis gores tipis) |
| 5) |  | (Garis Sumbu) |

Gambar C. 1 Macam-macam Garis

Contoh penggunaan, lihat gambar 2.2



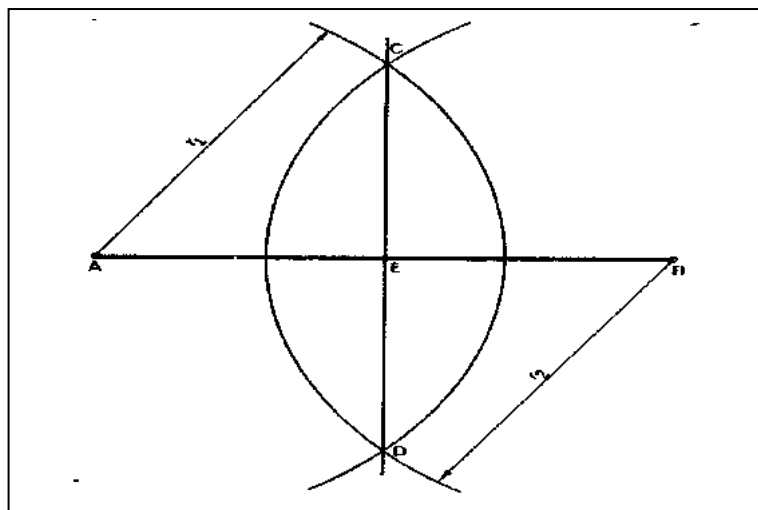
Gambar C. 2 Penggunaan Garis

3. Konstruksi Geometri

a. Membagi Garis Sama Panjang

Caranya :

1. Gambarkan A-B (Sembarang)
2. Lingkarkan dengan jari-jari r_1 dengan titik A sebagai pusatnya
3. Dengan tidak merubah jangka ($r_1 = r_2$) lingkarkan r_2 tersebut dengan titik pusat di B sehingga terpotong di C dan D
4. Tarik garis tipis dari C ke D memotong garis A-B di E sehingga $AE = EB$



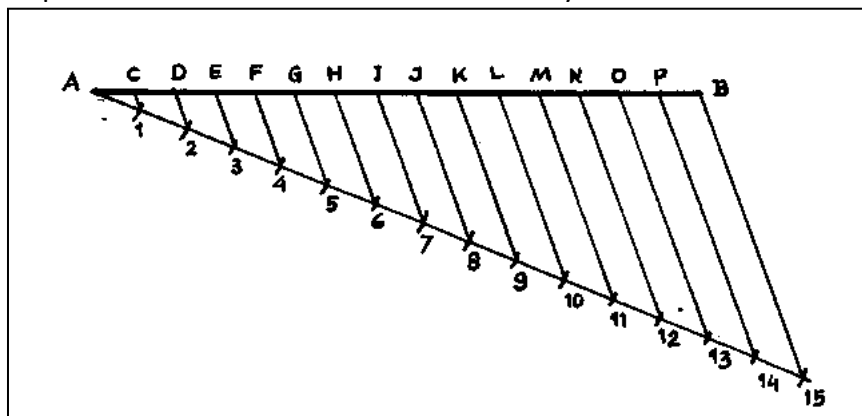
Gambar C. 3 Membagi Garis Sama Panjang

b. Membagi Garis menjadi n Bagian sama Besar

Caranya : Lihat gambar 2.4

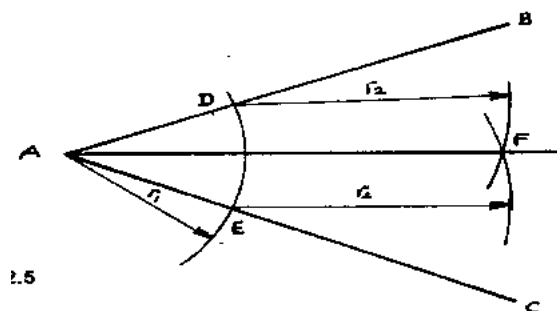
1. Misalkan $n = 15$ bagian besar
2. Tentukan garis AB dan gambarkan
3. tarik garis pertolongan dari titik A ke bawah sudut sembarang
4. Tentukan jangka dengan jari – jari $r = A-1$
5. Buatlah garis batas dengan jangka yang mempunyai jari–jari tersebut dengan titik pusat berurut A-1, 2, 3, ... sampai dengan 14
6. Hubungkan titik B dengan 15 (sebagai garis penutup)
7. Buatlah garis sejajar (menggunakan mistar satu pasang) melalui 1, 2, 3, ... dan seterusnya yang sejajar dengan garis penutup sehingga didapat perpotongan garis C, D, E dan seterusnya.

Diperoleh $AC=CD=DE=EF=FG$ dan seterusnya



Gambar C. 4 Membagi Garis menjadi n Bagian sama Besar

c. Membagi Sudut Sama Besar



Gambar C. 5 Membagi Sudut sama Besar

Cara nya :

1. Buat sudut BAC yang akan dibagi sama besar
2. Tentukan r_1 dengan jangka dan lingkarkan dengan titik pusat di A, sehingga memotong garis AB di D dan garis AC di E
3. Tentukan r_3 (sebarangan) dan lingkarkan dengan titik pusat di D dan E sehingga berpotongan di F
4. Hubungkan garis dari titik A ke titik F

Diperoleh sudut BAF = Sudut FAC

d. Membagi sudut menjadi 3 Bagian

Caranya : Lihat gambar 2.6

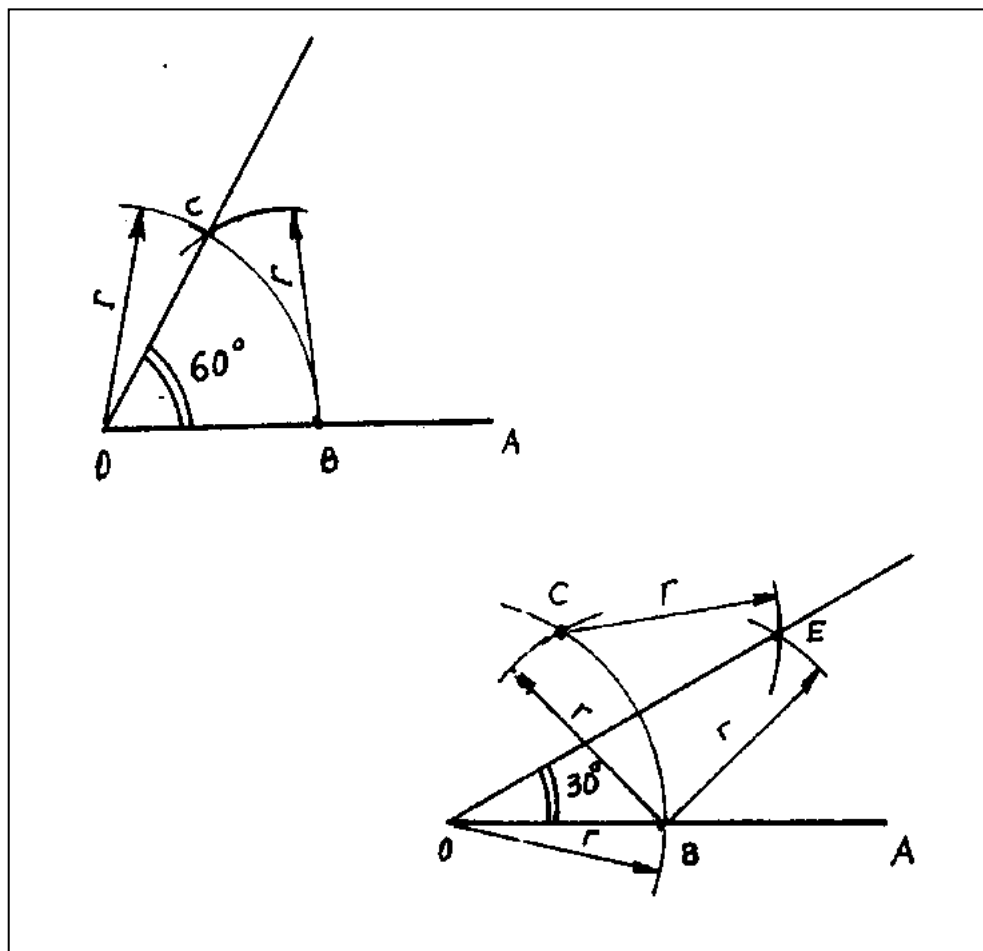
1. Gambarkan sudut BAC yang akan dibagi sudutnya menjadi 3 bagian sama besar
2. Perpanjang AC ke kiri sebagai garis pertolongan
3. Tentukan r_1 (sebarangan) dan lingkarkan dengan titik pusat A sehingga berpotongan di E, D dan F
4. Tentukan $r_2=2$ dan lingkarkan dari titik pusat E dan F hingga berpotongan di F
5. Tarik garis Bantu dari D ke G hingga berpotongan di H
6. Bagi 3 panjang H-E hingga di dapat 1 dan 2
7. Tarik garis G ke 1 dan G ke 2 sehingga didapat I dan J pada lingkaran
8. Hubungkan I dan J dengan A sehingga di dapat 3 sudut sama besar

f. Membuat Sudut 60°

Caranya :

1. Tentukan garis OA mendatar
2. Tentukan r (sembarang) dan lingkarkan busur dengan titik pusat di O
3. Pindahkan Jngkayang berjari-jari r (tidak diubah) dengan titi pusat di B hingga berpotongan di C
4. Hubungkan O dengan C

Diperoleh sudut $AOC = 60^\circ$



Gambar C. 8 Sudut 60°

g. Membuar Sudut 70°

Caranya :

1. Buat garis OA mendatar
2. Tentukan jari-jari r dan lingkarkan titik pusat di O sehingga berpotongan di B
3. Pindahkan titik pusatnya ke B dan C hingga berpotongan di E
4. Pindahkan kembali titik pusat ke B dan C hingga berpotongan di E hubungkan O dengan E sehingga AEO mempunyai sudut 30°

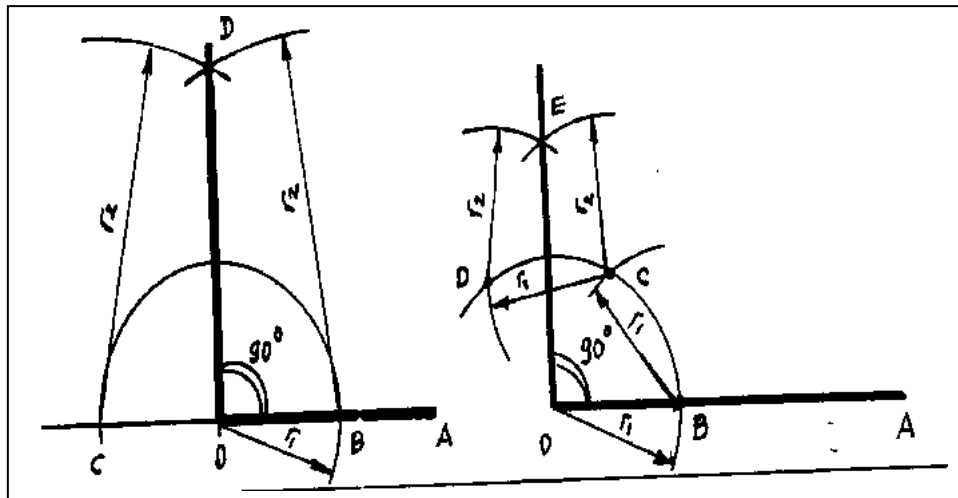
h. Membuat Sudut 90°

Cara I :

1. Tarik garis AO dan perpanjang ke kiri
2. Tentukan jari-jari r dan lingkarkan dengan titik pusat sehingga berpotongan di B dan C
3. Tentukan r_2 (sembarang) dan lingkarkan dengan titik pusat di B dan C hingga berpotongan
4. Hubungkan O dengan D maka sudut AOD = 90°

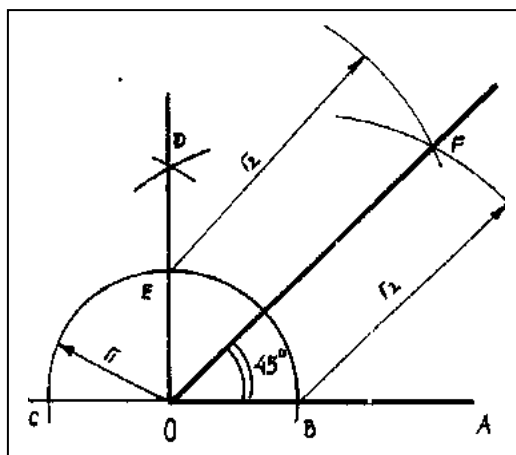
Cara II :

1. Tarik garis OA mendatar
2. Tentukan r (sembarang) dan lingkarkan dengan titik pusat di O sehingga berpotongan di B
3. Pindahkan lingkaran yang berjari-jari r ke titik pusat B dan berpotongan di C
4. Pindahkan kembali ke titik pusat C dan berpotongan di D
5. Putarkan Kembali dengan titik pusat di D dan C hingga berpotongan di E
6. Hubungkan O dengan E maka sudut AOE = 90°



Gambar C. 9 Membuat Sudut 90°

i. **Membuat Sudut 45°**



Gambar C. 10 Sudut 45°

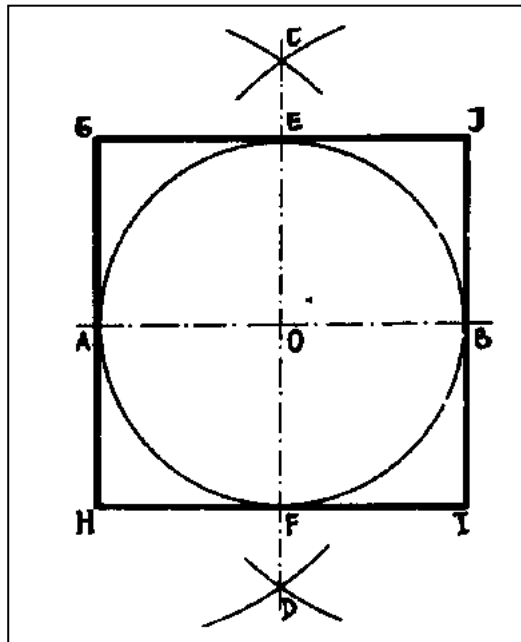
Caranya :

1. Buat garis OA mendatar dan perpanjang ke kiri
2. Tentukan r_1 dan lingkarkan dengan titik pusat di O hingga berpotongan di B dan C
3. Tentukan r (sembarangan) dan putarkan dengan titik pusat di B dan C hingga berpotongan di D

4. Tarik garis Bantu dari O ke D hingga berpotongan dengan busur lingkaran r_1 di E
5. Tentukan r_2 (sembarangan) dan lingkarkan dengan titik pusat di B dan E hingga berpotongan di F

Hubungkan O dengan F sehingga di dapat $\angle AOF = 45^\circ$

j. **Membuat Segi Empat Beraturan**



Caranya :

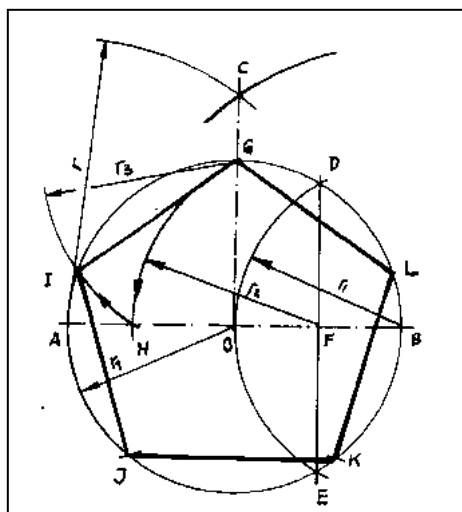
1. Tarik garis sumbu AB (mendatar)
2. Lingkarkan jangka dengan $r=1/2$ sisi segi empat yang dikehendaki (lingkaran bertitik pusat di O)
3. Lingkarkan busur dengan jari-jari R (sembarangan) dan bertitik pusat A dan B sehingga didapat titik C dan D
4. Hubungkan C dan D melalui O (sehingga didapat sumbu tegak) memotong lingkaran E dan F

Gambar C. 11 Segi Empat Beraturan

5. Tarik sejajar AB melalui E dan F
6. tarik garis potong sejajar EF melalui A dan B hingga ber-potongan di titik G, H, I dan J

Maka Segi empat GHJI adalah segi empat beraturan

k. **Segilima Beraturan**



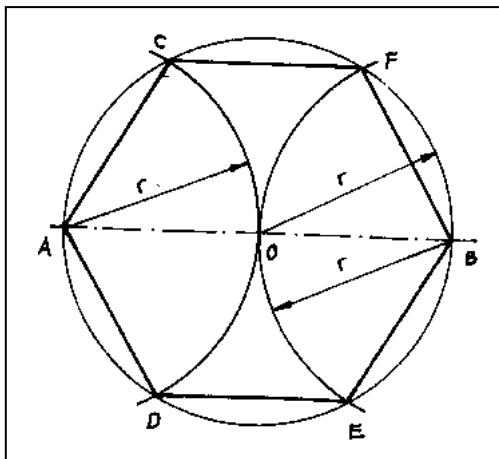
Caranya ;

1. Lingkarkan jangka yang berjari-jari r_1 dengan titik pusat di O
2. Tarik garis sumbu mendatar melalui O hingga berpotongan dengan lingkaran di A dan B
3. Lingkarkan jangka yang berjari-jari r dengan titik pusat di A dan B hingga berpotongan di C

Gambar C. 12 Segi Lima Beraturan

4. Tarik garis dari O ke C hingga memotong lingkaran di G
5. Lingkarkan jangka yang ber jari-jari r dari titik pusat B hingga memotong di titik lingkaran D dan E lalu hubungkan D dengan E hingga memotong sumbu AB di titik F
6. Ukur Jangka dari F ke G ($r_2 = FG$) dan lingkarkan r_2 tersebut dengan titik pusat F hingga memotong sumbu AB di H
7. Ukur GH dengan jangka ($GH = r_3$) inii merupakan sisi segilima beraturan
8. Pindahkan r_3 berurutan dengan titik pusat di I, J, K dan L
9. Hubungkan G dengan I, L dengan J, J dengan E, E dengan L dan L dengan G sehingga di dapat segi lima beraturan.

I. Segi Enam Beraturan



Gambar C. 13 Segi Enam Beraturan

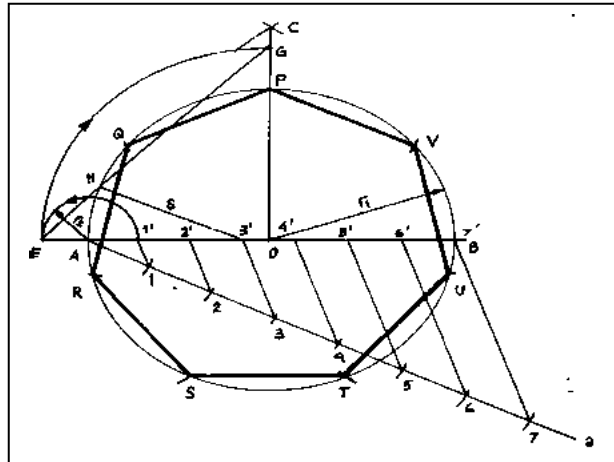
Caranya :

1. Tentukan jari-jari r dan lingkarkan dengan titik pusat di O
2. Tarik garis sumbu mendatar melalui O hingga berpotongan dengan lingkaran di A dan B

3. Lingkarkan jangka yang berjari-jari r tadi (tidak berubah) dengan titik pusat di A dan potongkan pusat di B hingga didapat titik potongkan dengan lingkaran di C, D, E dan F

Hubungkan A dengan D, D dengan E, E dengan C dan C dengan A hingga didapat segi enam beraturan.

m. Segi Tujuh Beraturan



Gambar C. 14 Segi Tujuh Beraturan

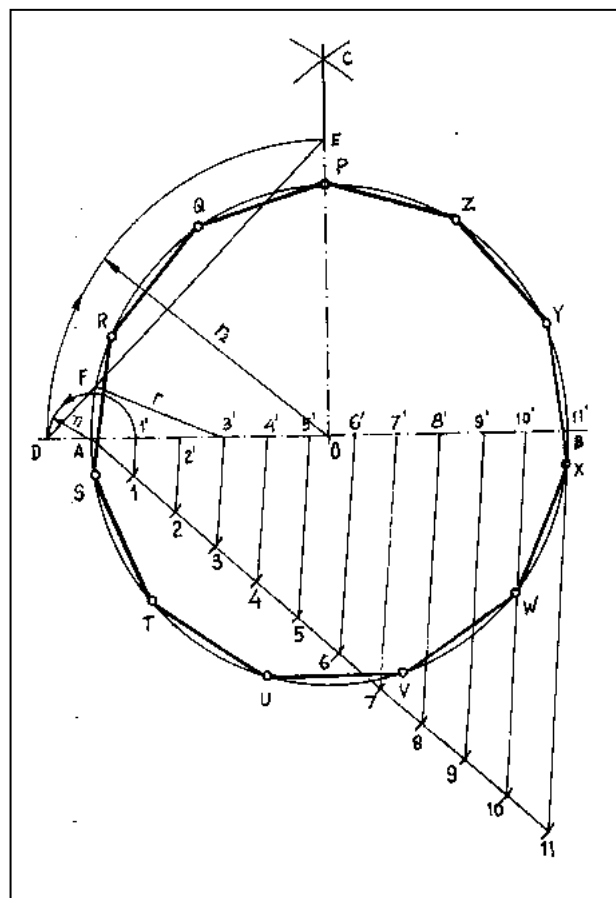
Caranya :

1. Tentukan jari-jari lingkaran dengan titik pusat di O !
2. Tarik garis mendatar (sumbu) melalui O hingga didapat titik potong A dan B !
3. Buat garis tegak lurus AB melalui O hingga perpotongan di P dan perpanjang ke atas !
4. Dengan cara lukisan, garis AB dibagi tujuh bagian sama besar hingga didapat 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 !
5. Ukur dengan jangka dari A ke 1' ($A1' = r_2$ tersebut dengan titik pusat di A hingga berpotongan dengan perpanjangan AB di E.
6. Ukur dengan jangka dari O ke E ($OE=r_3$) dan lingkarkan r_3 tersebut dengan titik pusat di O hingga memotong garis perpanjangan OP di G
7. Tarik garis dari E ke G hingga memotong Lingkaran di titik H
8. Ukur dengan jangka dari H ke 3 ini merupakan sisi ke tujuh
9. Pindahkan $s = H-3'$, ke P-Q', Q-R, R-S, S-T, dan seterusnya hingga dapat segi tujuh beraturan

n. Segi – n Beraturan

Untuk membuat segi n beraturan dengan cara pendekatan dapat dilakukan dilukiskan seperti cara melukis segi tujuh beraturan perbedaannya hanya terletak

Untuk membuat segi-n beraturan dengan cara pendekatan dapat dilakukan/dilukiskan dengan menentukan lingkaran pembantu terlebih dahulu, dapat juga dilukiskan dengan menentukan panjang sisi segi-n terlebih dahulu (lihat gambar 3.18)

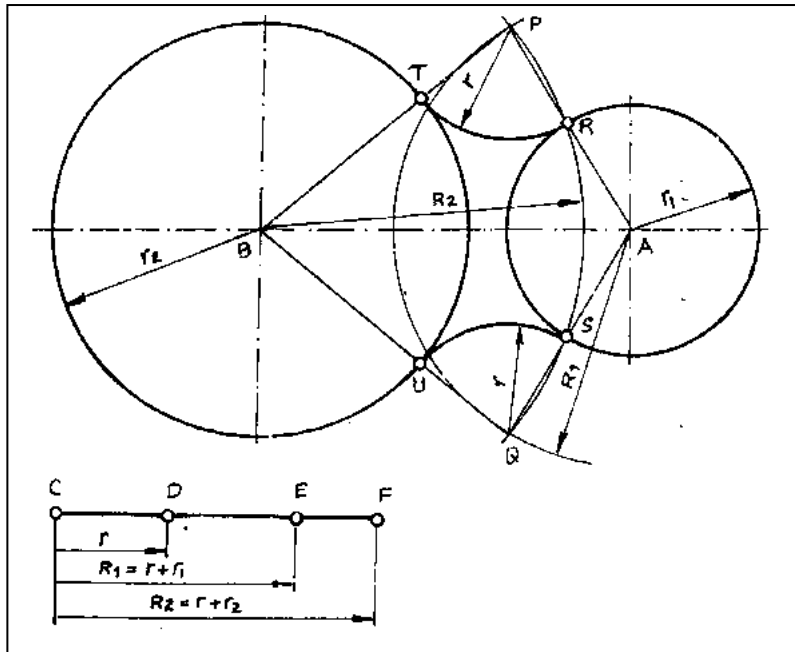


Gambar Teknik PVTO UPY

o. Busur Singung Luar

Untuk mendapatkan busur singung luar yang menyingung dua buah lingkaran dari luar dapat kita lukis dengan langkah–langkah sebagai berikut :

1. Buat lingkaran dengan jari–jari r_1 dengan titik pusat di A
2. Buat lingkaran dengan jari–jari r_2 dengan titik pusat di B
3. Tentukan panjang jari–jari lingkaran yang akan menyingung kedua lingkaran tersebut atau $r = CD$
4. Perpanjang CD ke kanan hingga memotong $DE = r_1$ dan $DF = r_2$
5. Tentukan panjang $R_1 = CD + DE = CE$ (Pada gambar bawah)
6. Tentukan panjang $R_2 = r + r_2$ dengan $r_2 = DF$ pada gambar bawah sehingga $R_2 = CF$
7. Lingkarkan R_1 dengan titik pusat di titik A
8. Lingkarkan R_2 dengan titik pusat B maka busur lingkaran berpotongan dengan busur lingkaran yang berjari–jari R_1 di titik P dan di titik Q
9. Tarik garis dari titik A ke titik P sehingga berpotongan dengan lingkaran yang berjari–jari r_1 di titik R dan S
10. Tarik garis dari titik B ke titik P dan dari B ke Q hingga berpotongan dengan lingkaran yang berjari–jari r_2 di titik T dan titik U
11. Titik R, S, T dan U merupakan titik singung untuk busur lingkaran yang berjari–jari r
12. Lingkarkan busur lingkaran dengan jari–jari r dan titik pusatnya di P dan di Q hingga didapat busur lingkaran yang menyingung kedua lingkaran tersebut di titik R, S, T dan U

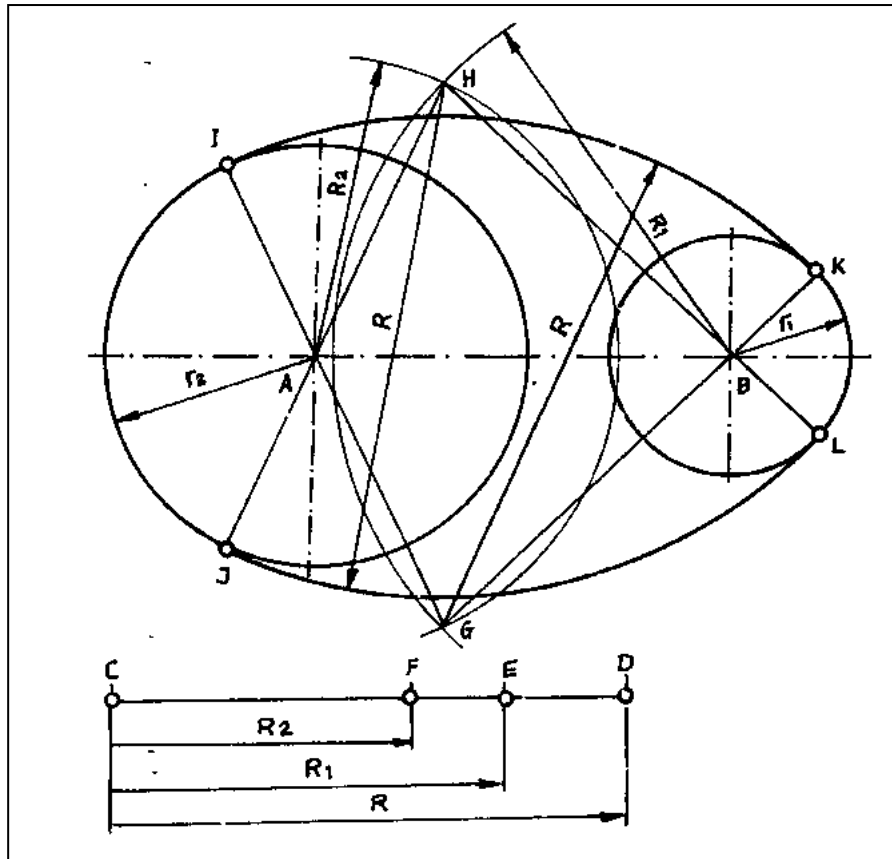


Gambar C. 16 Busur Singgung Luar

p. Busur Singgung Dalam

Untuk melukiskan busur singgung dalam kita harus menentukan dulu panjang jari-jari yang akan menyinggung lingkaran tersebut dengan langkah sebagai berikut :

1. Buat garis sumbu untuk kedua lingkaran dengan titik pusat di A dan B
2. Buat lingkaran dengan jari-jari r dan berpusat di B
3. Buat lingkaran dengan jari-jari r_2 dan berpusat di A
4. Tentukan panjang jari-jari $R=CD$ pada gambar bawah
5. Tentukan panjang jari-jari $R_1 = R - r_1 = CE$
6. Tentukan panjang jari-jari $R_2 = R - r_2 = CE$

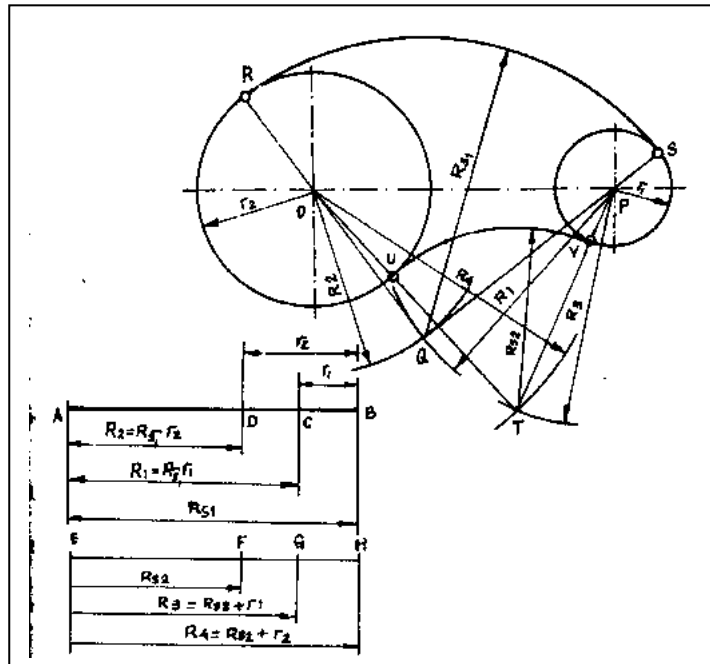


Gambar C. 17 Busur Singgung Dalam

7. Lingkarkan R_1 dengan titik pusat di B dan R_2 dengan titik pusat A hingga kedua busur berpotongan di titik G dan H
8. Tarik garis dari titik A ke G dan H perpanjang hingga memotong lingkaran yang berjari-jari r_2 di titik I dan J
9. Tarik garis dari titik B ke G dan H hingga memotong lingkaran yang berjari-jari R_1 di titik K dan L
10. Lingkarkan busur lingkaran yang berjari-jari R dengan titik pusat di G dan H hingga didapat busur yang menyinggung kedua lingkaran di titik

q. Busur Singgung Luar Dalam

Untuk membuat busur singgung luar dan dalam yang menyimngung dua buah lingkaran dapat dilukis dengan mengabungkan atau mengkombinasikan lukisan busur singgung dengan lukisan busur singgung dalam seperti dalam gambar 3.12 berikut.



Gambar C. 18 Busur Singgung Luar Dalam

Caranya :

a. Untuk Busur Singgung Luar

1. Tentukan titik pusat lingkaran O dan P (hubungkan)
2. Buat lingkaran dengan jari-jari r_1 dengan titik pusat di P
3. Buat lingkaran dengan Jari-jari r_2 dengan titik pusat di O
4. Tentukan jari-jari lingkaran singgung luar (R_{s1})
5. Tentukan $R_1 = R_{s1} - r_1$ dan $R_1 = AC$ (lihat gambar 3, 12b)
6. Lingkarkan R_1 dengan titik pusat P
7. Tentukan $R_2 = R_{s1} - r_2$ dan $R_2 = AD$ (lihat gambar 3.12b)
8. Lingkarkan busur dengan jari-jari R_2 dengan titik pusat di O hingga memotong busur lingkaran yang berjari-jari R_1 di titik Q.
9. Tarik garis dari Q melalui titik pusat kedua lingkaran hingga memotong lingkaran di titik R dan S
10. Lingkarkan jangka yang berjari-jari R_{s1} dengan titik pusat di Q hingga menyinggung kedua lingkaran di titik R dan S

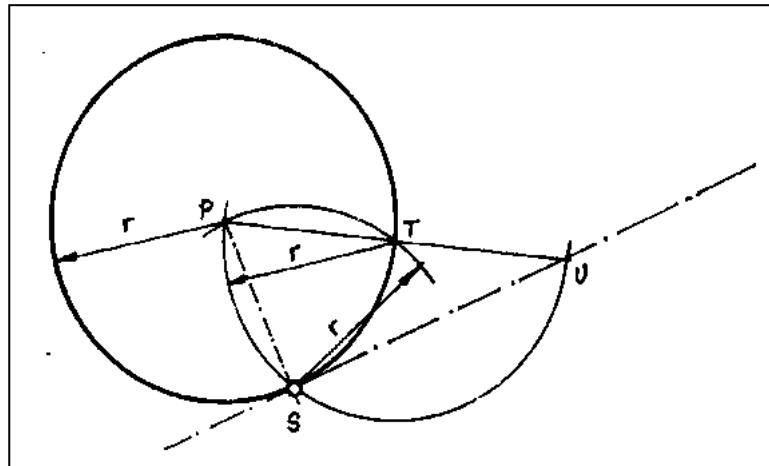
b. Untuk busur Singung Dalam

1. Tentukan jari-jari $R_2 = EF$ (lihat gambar 3.21.C) perpanjang kekanan
2. Pindahkan r_1 ke perpanjangan EF hingga memotong di G dan $R_3 = EG$
3. Lingkarkan jangka yang ber jari-jari R_3 dengan titik pusat P
4. Pindahkan r_2 ke perpanjangan EF hingga memotong di H dan tentukan $R_4 = R_2 + r_2$
5. Lingkarkan R_4 dengan titik pusat O hingga memotong busur yang berjari-jari R_3 di titik T
6. Tarik garis dari T ke pusat kedua lingkaran (O dan P) hingga memotong kedua lingkaran di titik U dan V
7. Lingkarkan jangka dengan jari-jari R_2 hingga menyingung kedua lingkaran di titik U dan T

r. Garis Singung

Untuk membuat garis singung yang melalui titik pada suatu lingkaran dapat dilakukan dengan cara (gambar) sebagai berikut :

1. Tentukan titik P dan buat lingkaran berjari-jari r dan titik pusatnya di P
2. Tentukan titik s pada lingkaran
3. Dengan tidak merubah jangka yang berjari-jari r tersebut lingkarkan jangka dengan titik pusat nya di titik S sehingga berpotongan dengan lingkaran T
4. Hubungkan titik P dengan T dan perpanjang
5. Pindahkan jangka yang berjari-jari r tadi ke titik pusat T hingga memotong P, S dan U pada perpanjangan garis PT
6. Hubungkan S dengan U hingga di dapat garis SU tegak lurus PS perpanjangan SU merupakan garis singung lingkaran di titik S



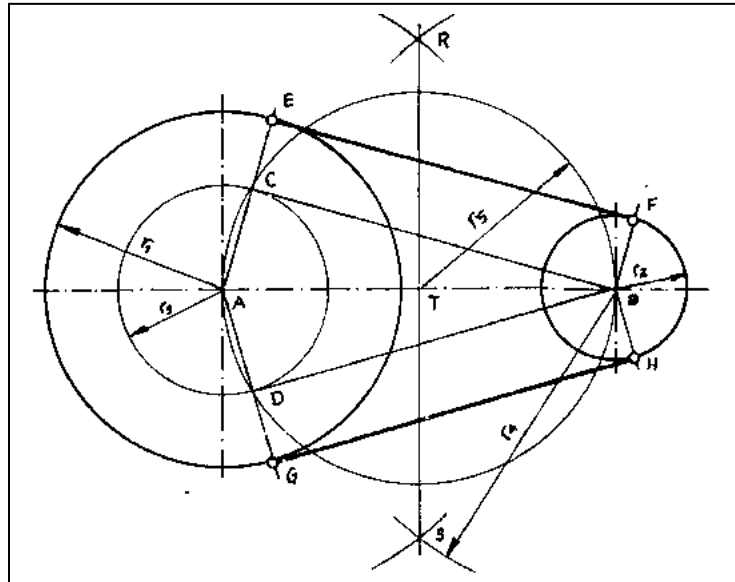
Gambar C. 19 Garis Singgung

s. Garis Singgung Luar

Untuk melukiskan garis yang bersinggungan dua lingkaran di bagian luar dapat dikerjakan dengan langkah–langkah sebagai berikut :

1. Buat lingkaran dengan jari–jari r_2 dan titiknya di A
2. Buat lingkaran dengan jari–jari r_1 dan titiknya di B
3. Tarik garis sumbu AB
4. Buat lingkaran dengan jari–jari r_3 = bertitik pusat A
5. Lingkarkan busur dengan jari–jari sembarangan dengan titik pusat di A dan B hingga busurnya berpotongan di R dan S
6. Tarik dari R ke S hingga berpotongan dengan sumbu mendatar di titik T ($AT=BT$)
7. Buat lingkaran dengan jari jari r_5 dengan titi T hingga memotong lingkaran yang berjari–jari r_2 yang di titik F
8. Tarik garis dari C ke B dan buat garis EF sejajar BC maka EF merupakan garis singgung luar
9. Perpanjang AD hingga memotong lingkaran yang berjari–jari r_1 di G
10. Tarik dari C ke B dan buat garis EF sejajar BC maka EF merupakan garis singgung luar
11. Perpanjang AD hingga memotong lingkaran yang berjari –jari r_1 di G

12. Tarik garis sejajar AG melalui B hingga memotong lingkaran yang berjari-jari r_2 di H
13. Tarik garis BD dan buat garis EF sejajar BD sehingga didapat garis singgung yang diminta.



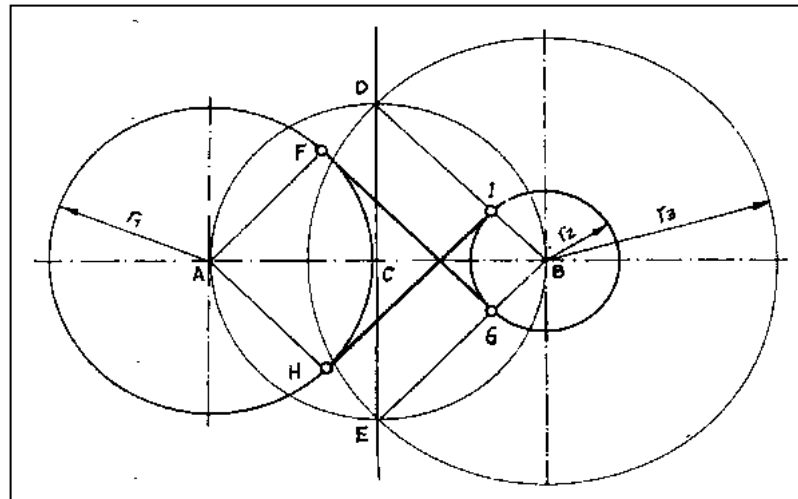
Gambar C. 20 Garis Singgung Luar

t. Garis Singgung Dalam

Untuk melukiskan garis singgung dalam sama hal nya dengan melukiskan garis singgung luar hanya perbedan nya adalah $r_3 = r_1 + r_2$ untuk lebih jelasnya perhatikan langkah–langkah berikut :

1. Buat garis sumbu d ititik lingkaran untuk kedua lingkaran dengan titik pusatnya A dan B
2. Buat lingkaran yang berjari–jari r_1 dengan titik pusat A
3. Buat lingkaran yang berjari–jari r_2 dengan titik pusat b
4. Dengan tidak merubah r_3 pindahkan ketitik pusat A hingga memotong lingkaran yang berjari–jari r_3 di titik D dan E
5. Tarik garis dari D ke E hingga memotong sumbu AB di titik C ($AC=BC$)
6. Buat lingkaran dengan jari–jari AC dan titik pusat C hingga Memotong lingkaran yang berjari–jari r_3 di titik D dan E

7. Buatlah garis sejajar BD melalui titik pusatnya di G hingga memotong lingkaran yang berjari-jari r_3 di titik D dan E
8. Buat garis sejajar BE melalui I hingga titik H
9. Buat garis sejajar tegak lurus FG dan IH melalui titik pusat A maka terbentuklah garis singgung dalam yang diminta.



Gambar C. 21 Garis Singgung Dalam

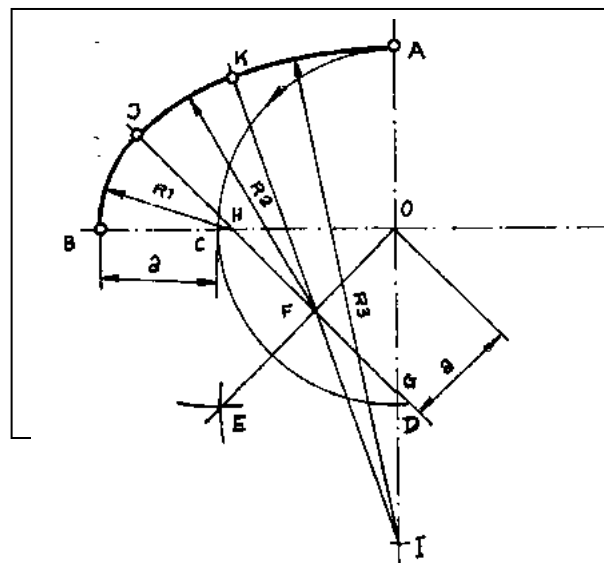
u. Elips

Elips dengan dua lingkaran pertolongan sepusat dapat dilukiskan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

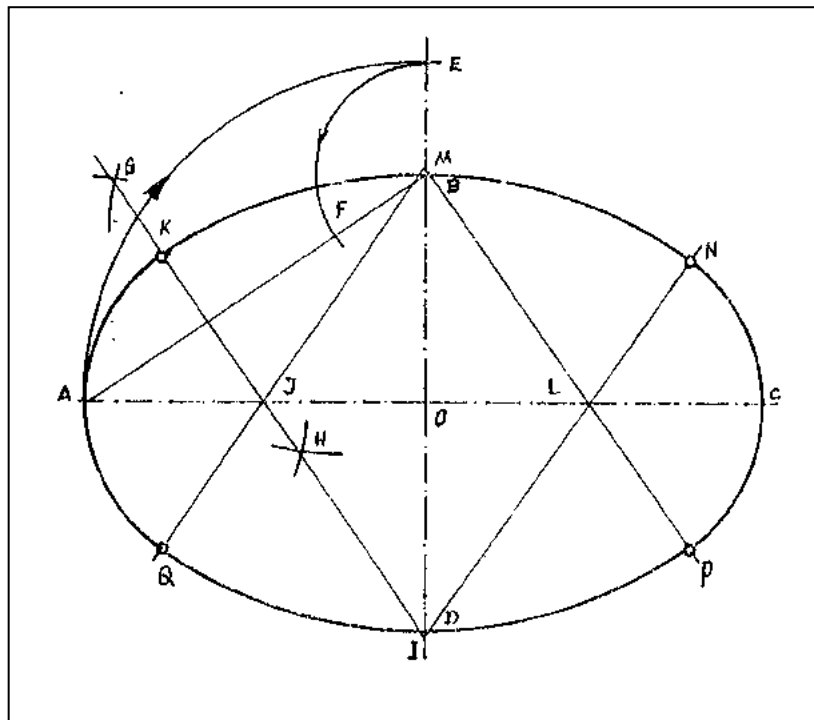
1. Tentukan titik pusat lingkaran O
2. Buat lingkaran kecil dengan jari-jari r dan lingkaran dengan jari-jari R yang titik pusatnya di titik O
3. Bagi lingkaran tersebut menjadi 16 bagian pada lingkaran besar terdapat titik potong A, B, C...P dan pada lingkaran kecil terdapat titik potong 1, 2, 3, 4, 5, 6..., 16
4. Buat garis horizontal dari garis potong 2, 3, 4 kekanan garis horizontal dari titik potong 6, 7, 8 ke kiri 10, 11, 12 ke kiri dan 14, 15, 16 kekanan
5. Buat garis vertikal dari I, E dan K hingga berpotongan dengan garis mendatar di 1, 2 dan 3

-

7. Ukur dengan jangka $BC = a$ dan pindahkan ke garis OE sehingga berpotongan di titik F
8. Buat garis tegak lurus OF hingga berpotongan dengan garis sumbu di titik G dan H
9. Lingkarkan dengan jangka $BH = R_1$ dengan titik pusat di titik H sehingga memotong garis perpanjangan DH di J
10. Ukur dengan jangka $OG = IG$
11. Tarik garis melalui I dan F lalu perpanjang
12. Lingkarkan jangka dengan jari-jari F dengan titik pusat nya di F hingga memotong perpanjangan IF di K
13. Lingkarkan busur dengan jari-jari $IK = IA$ dengan titik pusat I hingga dapat lekungan elips seperempat bagian.
14. Putar dengan jangka untuk dapat titik pusat lingkaran; $OH = OP$, $OG = OR$, $OI = OQ$ dan $OF = OS = OU = OL$ (lihat gambar)
15. Lingkarkan busur dengan titik pusat di P dengan jari-jari R_1 selanjutnya pindahkan jangka dengan titik pusat D , S dan U dengan jari-jari R_2
16. Lingkarkan jangka pada titik pusat Q dengan jari-jari R_2
17. Perpanjang busur lingkaran yang berjari-jari R_1 ke bawah hingga berpotongan dengan busur lingkaran yang berjari-jari R_2 di T
18. Lingkarkan dari titik pusat S dengan jari-jari R_2 hingga berpotongan dengan busur lingkaran yang berjari-jari R_3 di titik V sehingga elips yang diinginkan



11. Untuk mendapatkan titik pusat yang lainya putar dengan jangka bertitik pusat di O dengan $OJ = OL$ dan $IO = IM$
12. Hubungkan garis dari I ke L dan perpanjang hingga berpotongan dengan busur lingkaran yang berjari-jari R dengan titik N
13. Hubungkan titik M dengan L lalu perpanjang
14. Lingkarkan jangka dengan jari-jari $R = MP = MD$ titik pusat M
15. Lingkarkan jangka di $R = MP = MD$ dan titik pisatnya di titik M
16. Hubungkan garis dari titik M ke J dan perpanjang sehingga berpotongan dengan busur lingkaran yang berjari-jari r dan R di titik Q maka didapat elips yang diinginkan.



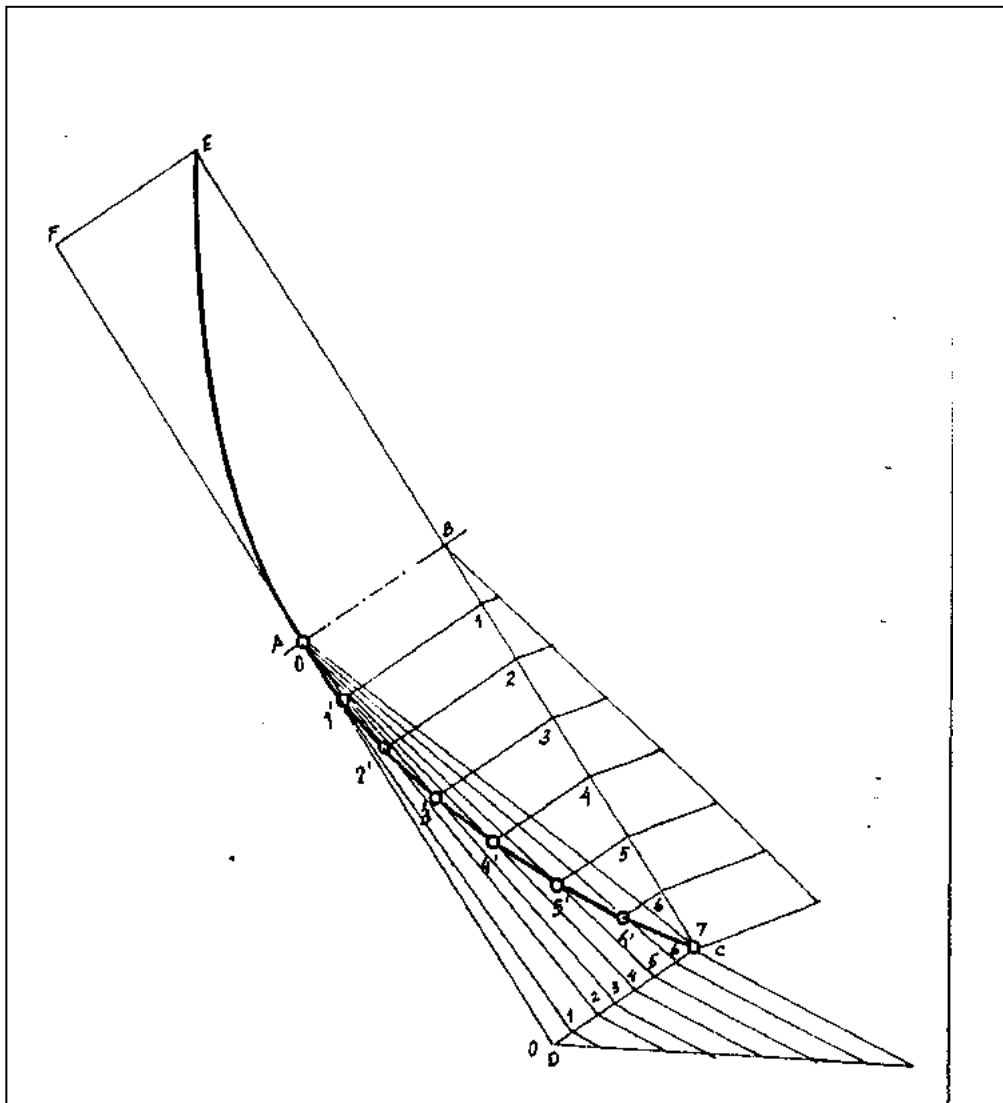
Gambar C. 25 Elips dengan Dua Lingkaran

v. Parabola

Jika titik puncak parabola (A) dan titik sembarang C diketahui, maka parabola tersebut dapat kita gambarkan dengan cara sebagai berikut :

1. Buat garis AB (tegak)
2. Buat garis EC tegak lurus AB di B
3. Buat garis DF tegak lurus AB di A atau EC/DF dan DC/EF

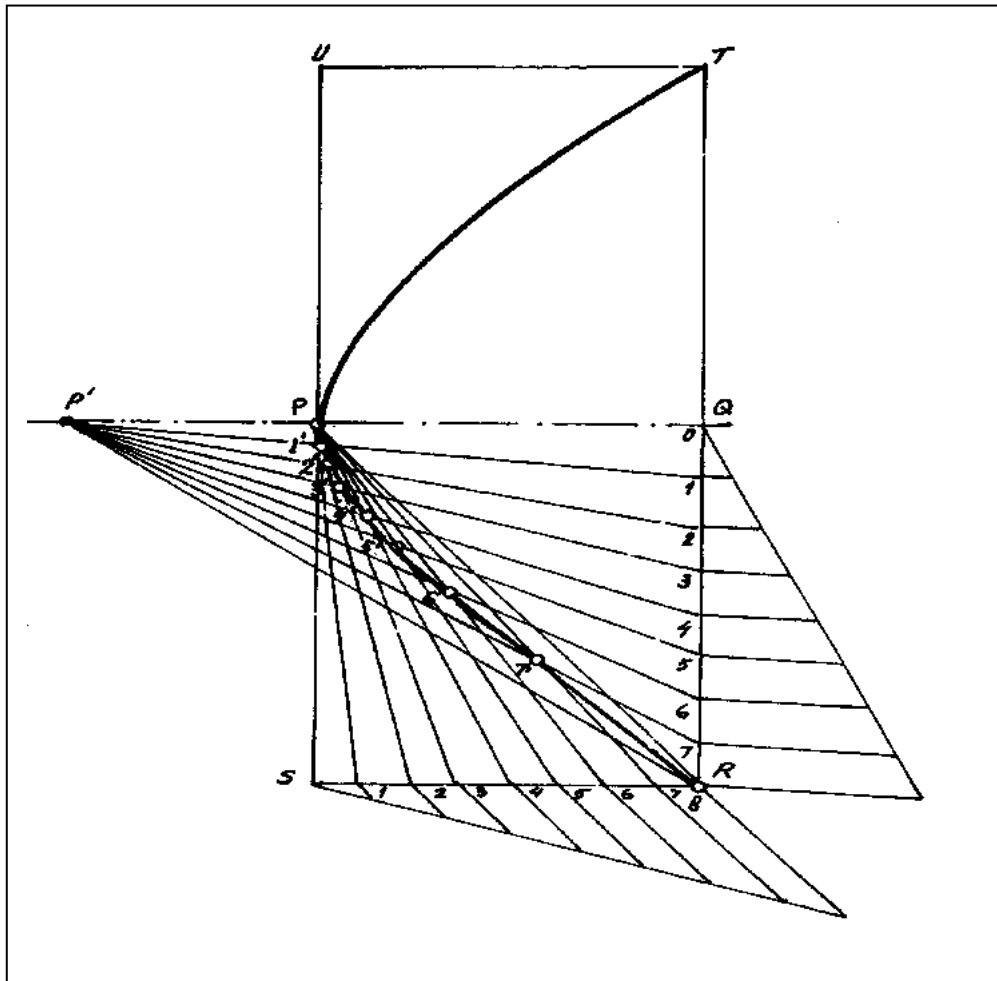
-



Gambar C. 27 Parabola 2

w. Hiperbola

Jika dua titik puncak P dan P' serta Q dan R diketahui maka hiperbola dapat digambarkan.



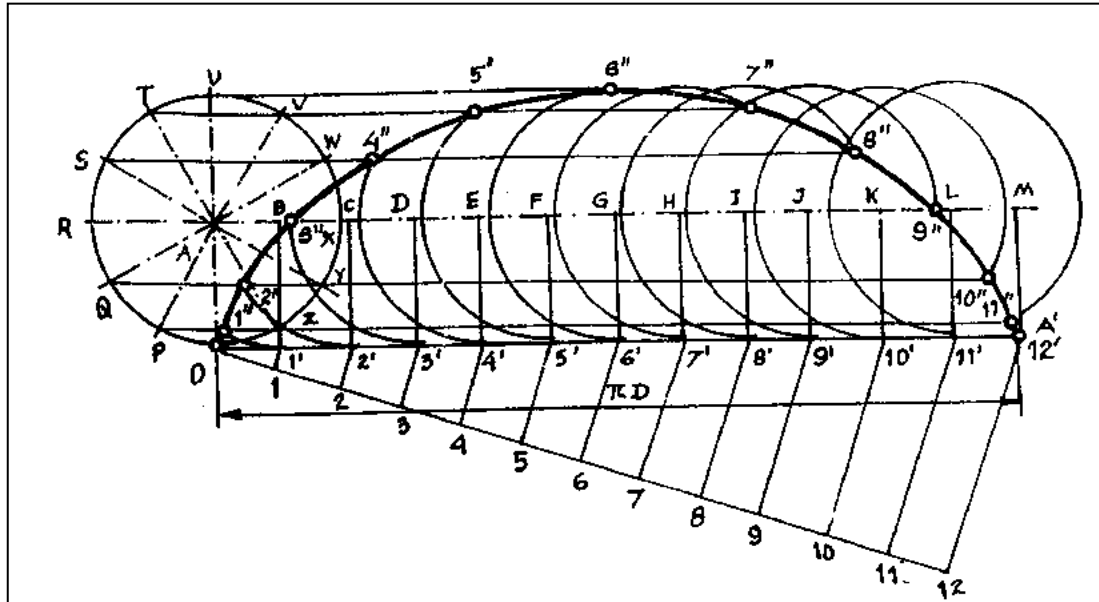
Gambar C. 28 Hyperbola

Caranya ;

1. tentukan titik P, P', Q dan R terlebih dahulu (lihat gambar diatas)
2. Buat segi empat RSTU dengan $RS = TU$ dan $QR = PU = PS = QT$
3. Bagi garis RS menjadi n bagian ($n=8$) hingga 1,2,3...,8 pada garis RS
4. Bagi garis QR menjadi n bagian ($n=8$) seperti diatas
5. Hubungkan 1, 2, 3, ...8 ke titik P (pada garis RS)
6. Hubungkan 1, 2, 3, 8 pada garis QR ke titik P hingga ber-potongan di 1, 2, 3 dan seterusnya hubungan dengan mal busur (kurva) hingga didapat lengkungan

7. Buat lengkungan PT Simetris dengan lengkungan PR sehingga didapat lekungan hiperbola yang diinginkan.

x. **Cyeloida**



Gambar C. 29 Cyeloida

Cycloida adalah garis lengkung yang didapat dari sebuah lingkaran yang mengelinding pada garis lurus untk melukisnya adalah sebagai berikut :

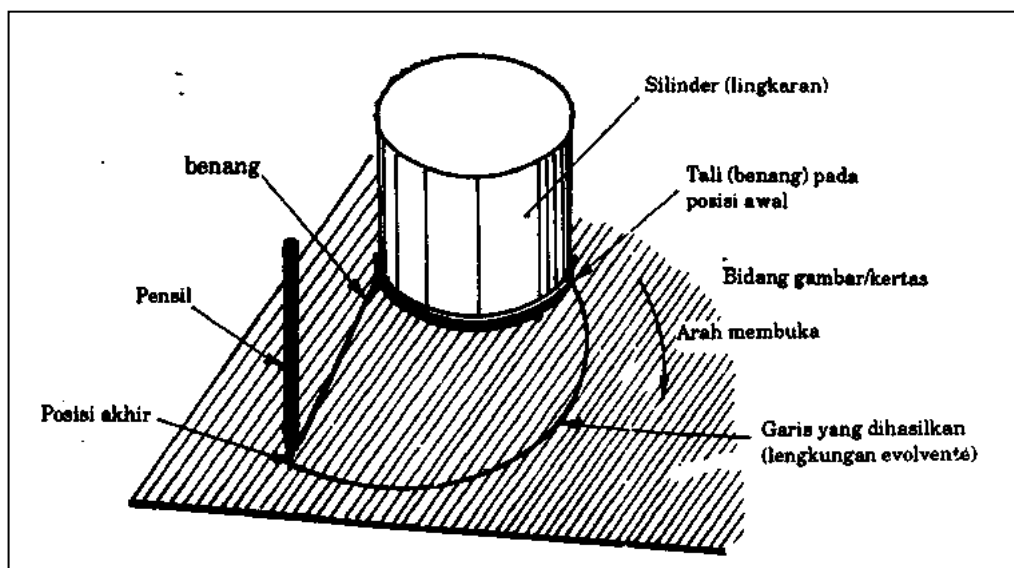
Buat lingkaran dengan jari-jari OA dan lingkarkan sebagai titik pusatnya

1. Buat garis singung lingkaran dengan titik singung di O
2. Tentukan titik A dengan panjang sam dengan keliling lingkaran ($O-A = 2 \cdot \pi \cdot r$) dimana $r = OA$
3. Bagi garis OA menjadi 12 bagian hingga dapat 1, 2, ...12
4. Lingkarkan yang berjari-jari OA dibagi menjadi 12 bagian sama besar hingga didapat P, Q, R, .. Z
5. tarik garis tegak lurus O-A atau sejajar melalui titik 1, 2, 3... 12 hingga berpotongan dengan perpanjangan sumbu mendatar B, C, D....M
6. Tarik garis mendatar dari titik Z dan buat busur lingkaran dengan jari-jari OA berpusat di B Hingga berpotongan garis mendatar di 1''
7. Buat busdur lingkaran dengan jari-jari OA dan titik pusat di C
8. Tarik garis mendtar melalui titik y hingga berpotongn di 2

9. Buat busur lingkaran dengan jari-jari OA dan titik pusat di D
10. Tarik garis mendatar melalui titik X hingga berpotongan di 3
11. Ulangi langkah 10 dan 11 diatas dengan titik pusat di E, F, G, H, I, J, K, L dan M sehingga didapat titik 4", 5", 6", 7", 8", 9", 10", 11" dan 12".
12. Hubungkan O dengan 1", 1" dengan 2" dan seterusnya hingga didapat lengkungan yang dinamakan Lengkuangan *Cycloida*

y. Evolvente

Elvonvente adalah garis lengkung yang didapat dari titik pada busur lingkaran yang dibuka misal : Seutas tali yang digulung pada lingkaran pada ujung benangn tersebut diikatkan pensil kemudian benang tersebut kita buka dari gilungan nya maka pensil akan membuat/ mengores dan membentuk lukisan Evonvente (lihat gambar berikut)



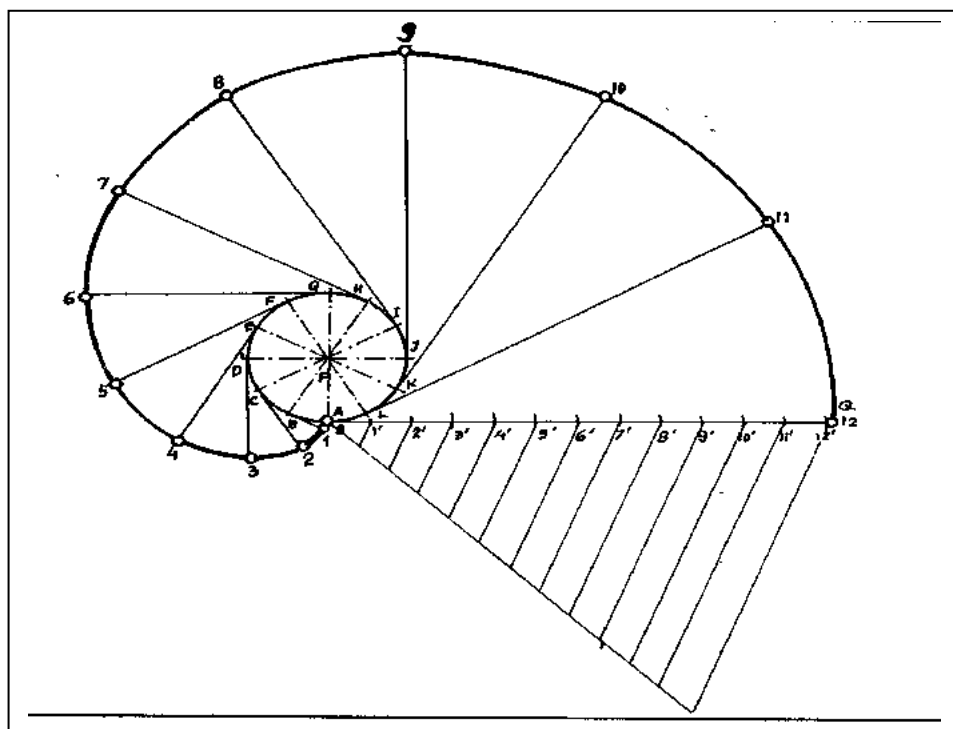
Gambar C. 30 Evolvente 1

- **Mengambar Lengkungan Elvonvente**

Caranya :

1. Buat lingkaran dengan jari-jari PA pada titik pusatnya P
2. Buat garis mendatar A-Q keliling lingkaran ($2\pi \cdot PA$)

3. Buat garis mendatar A-Q menjadi 12 bagian hingga didapat titik 1', 2, '3', 4',12'
4. Bagi lingkaran yang berjari-jari PA menjadi 12 bagian hingga didapat A, B, C, Ddan L
5. Buat dari titik B dengan garis tegak lurus PB ukurlah dengan jangka A-1 dan pindahkan ke titik B hingga memotong titik 1
6. Buat dari titik C garis tegak lurus PC dan pindahkan A-2 ke titik C hingga memotong di 2
7. lakukan hal yang sama seperti langkah 5 dan 6 pada titik D, E, F..... dan L hingga didapat titik 3, 4, 5, 6 sampai ke-12 = 12
8. Hubungkan titik A, 1, 2, 3, 4, 5, ...12 secara berurutan hingga didapat lengkungan (evolvente)



Gambar C. 31 Evolvente 2

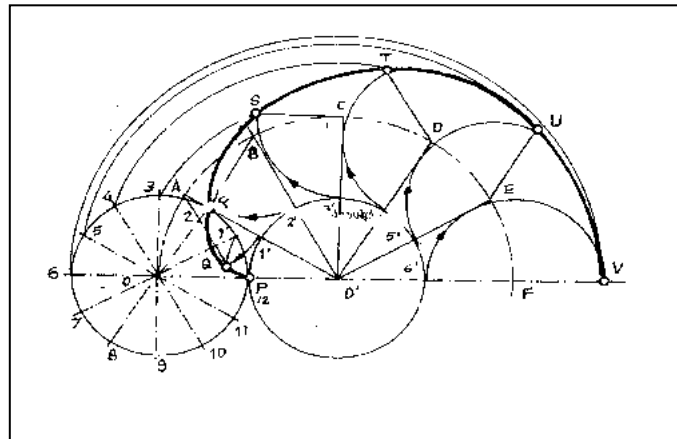
a.a. Epicylcoida

Adalah suatu garis lintasan (lekungan) dari sebuah titik yang terletak pada sebuah lingkaran yang mengelinding di luar lingkaran yang lain kita misalkan lingkaran O

mengelinding di atas lingkaran O maka titik P yang terletak pada lingkaran O sesuai dengan gerakan lingkaran O berpindah berangsur-angsur ke titik Q, R, R, T, U, V dan seterusnya sehingga urutan perpindahan titik P tersebut jika ditarik garis akan membentuk lekungan inilah yang disebut dengan Epicycloida

Untuk Melukiskan Epicycloida dapat dilakukan sebagai berikut :

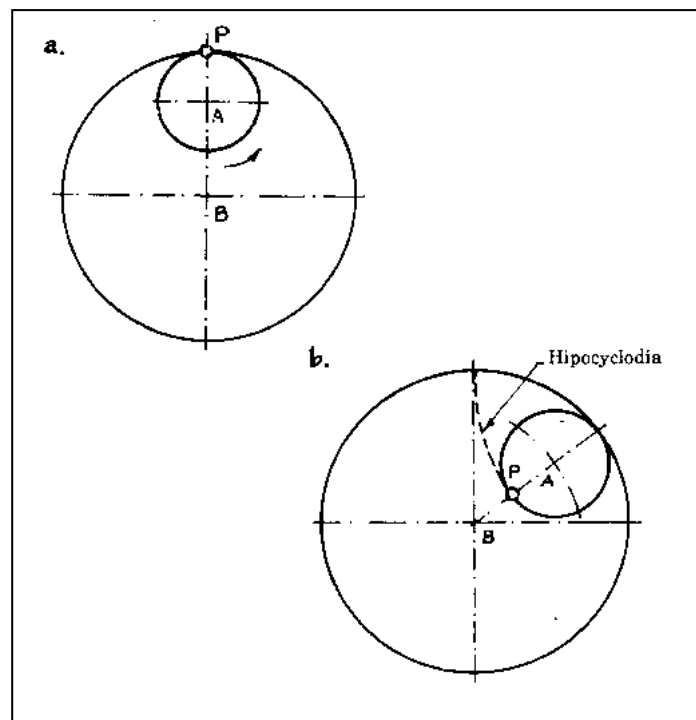
1. Buat garis sumbu mendatar tersebut
2. Tentukan titik lingkaran dengan jari-jari OP dengan titik pusat di O
3. Buat lingkaran lain dengan titik pusat di O dan menyingung lingkaran titik P
4. Lingkaran yang mempunyai jari-jari OP dibagi menjadi 12 bagian sama besar sehingga didapat titik-titik 1, 2, 3, ...12
5. Buat lingkaran tusuk dengan jari-jari O-O dengan titik pusat di O
6. Pindahkan dengan jangka panjang busur P-1 ke P-1, P-2 ke 1-2 dan seterusnya
7. Tarik garis dari titik pusat O ke 1 O' ke 2' dan seterusnya sehingga berpotongan dengan lingkaran tusuk di titik A, B, C, ... dan seterusnya.
8. Lingkarkan busur dengan jari-jari A-1 = OP dan titik pusat di A
9. Lingkarkan busur pembantu dengan jari-jari O'-1 dengan titik pusat di O' hingga berpotongan di Q
10. Pindahkan lingkaran yang berjari-jari OP tersebut ke titik pusat B, C, D....
11. Lingkarkan busur pembantu dengan jari-jari O'-2', O'-3'...O'-6' hingga berpotongan di R, S, T, T, U dan V
12. Hubungkan garis melalui P, Q, R, S, T dan V hingga didapatkan lekungan dan lekungan ini disebut lekungan Epicycloida



Gambar C. 32 Epicylcoida

a.b. Hipocycloida

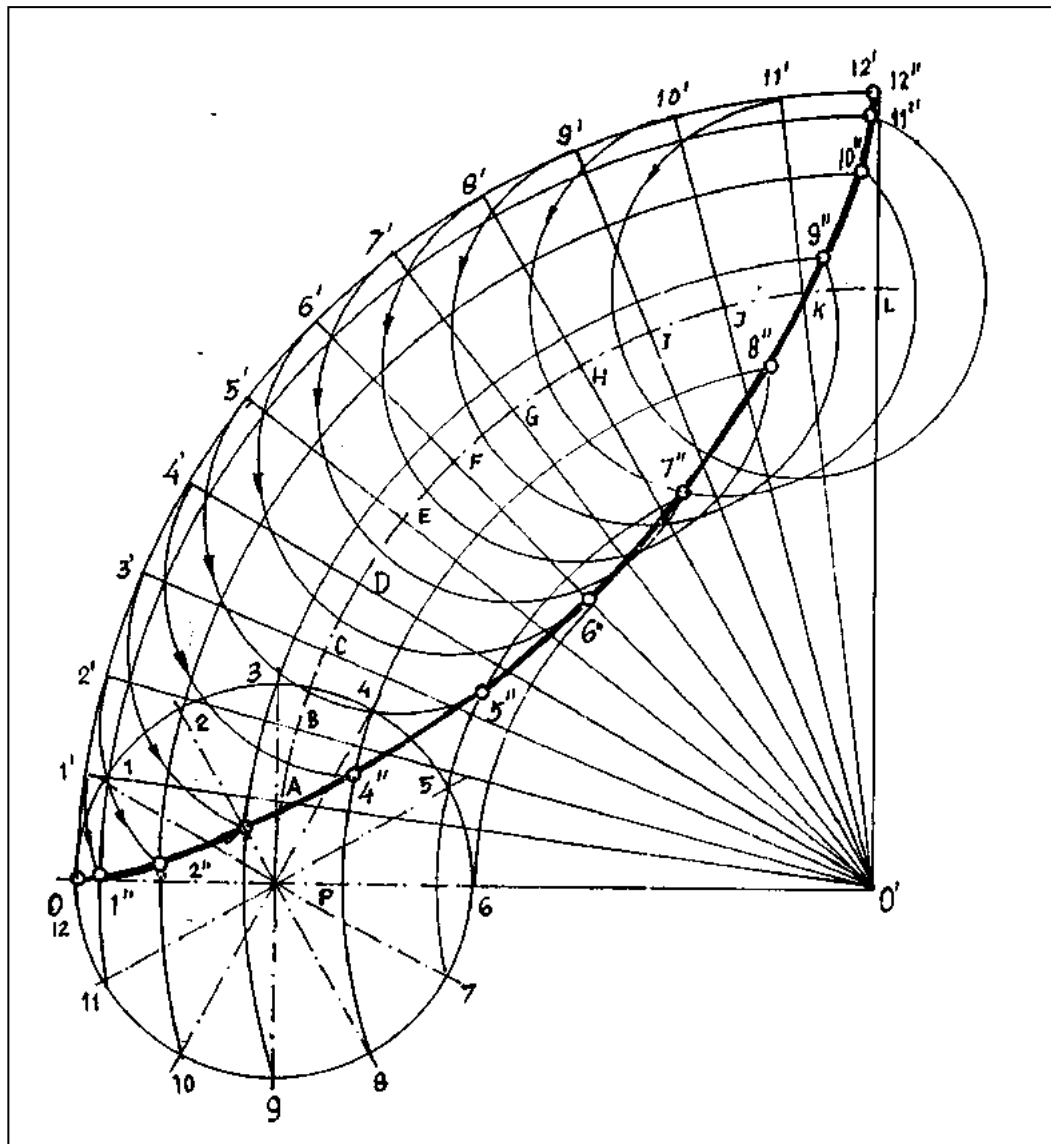
Adalah lekungan yang didapat dari sebuah lingkaran yang bergelinding di dalam lingkaran lain (lihat gambar dibawah ini) apabila sebuah titik terletak pada lingkaran A dan lingkaran A tersebut bergelinding didalam lingkaran B maka titik P tersebut akan berpindah dan lintasannya disebut lekungan Hipopocycloida Gambar berikut ini adalah hicyccloida dari lingkaran yang berjari-jari OP dan bergelinding di dalam lingkaran yang berjari-jari.



Gambar C. 33 Hipocycloida 1

Untuk melukiskan Hipocycloida dapat dilaksanakan sebagai berikut :

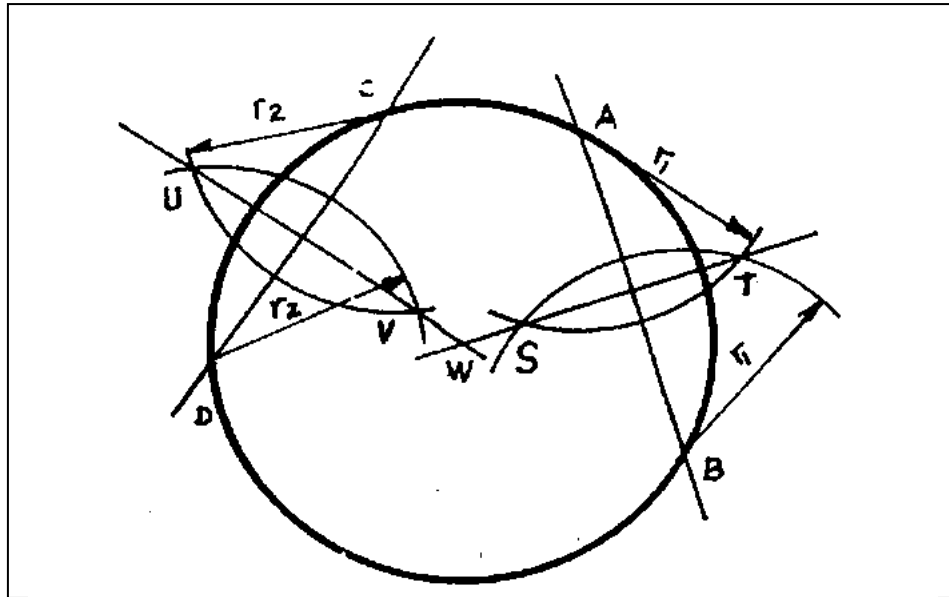
1. Buat lingkaran atau busur lingkaran yang berjari-jari O-O dan o' sebagai titik pusatnya.
2. Buat lingkaran lain yang berjari-jari O-P menyingung lingkaran O' di O dan bertitik usat di P.
3. Lingkaran yang berjari-jari O-P dibagi menjadi 12 bagian sama besar hingga didapat titik perpotongan dengan lingkaran di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 dan 11, 12.
4. Pndahkan panjang busur O-1 ke lingkaran luar hingga di dapat titik 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8', 9', 10' 11' dan 12.
5. Buat lingkaran tusuk dengan jari-jari O-P.
6. Tarik garis dari O' ke 1', O', O' ke 2' hingga berpotongan dengan lingkaran tusuk titik A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K dan L.
7. Buat busur lingkaran dengan jari-jari O-P dengan titik pusatnya A.
8. Buat busur pembantu dari titik 1 dengan jari-jari 1-O dan bertitik pusat di O hingga berpotongan di 1".
9. Buat busur pembantu dari titik 2 dengan jari-jari 2-O dan bertitik pusat di O.
10. Buat busur lingkaran dengan jari-jari O-P dan bertitik pusat di B hingga berpotongan di 2".
11. Buat busur lingkaran dengan jari-jari O-P dan bertitik pusat masing-masing di C, D, E, F, G, H, I, J, K dan L.
12. Buat busur pembantu masing-masing mempunyai jari-jari 3-O', 4-O', 5-O', 6-O', 7-O', 8-O', 9-O', 10-O', 11-O', 12-O' yang mempunyai titik pusat O hingga berpotongan di 3", 4", 5", 6", 7", 8", 9", 10", 11" dan 12".
13. Buat garis dengan cara menghubungkan titik O dengan 1" titik 2" titik 2" dengan 3" titik 4" dan seterusnya, hingga suatu lekungan ini disebut lekungan Hypocycloida.



Gambar C. 34 Hipocycloida 2

Hipocycloida dari lingkaran yang berjari-jari Op dan bergelindingan didalam lingkaran yang berjari-jari OO'

a.c. Mencari titik pusat lingkaran

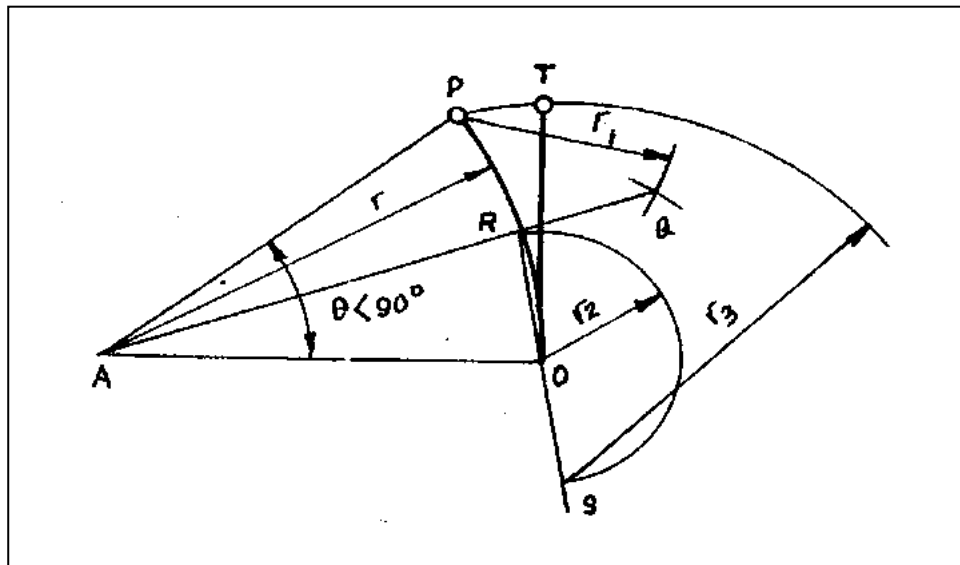


Gambar C. 35 Titik Pusat Lingkaran

Jika ada suatu lingkaran yang belum diketahui titik pusatnya maka kita dapat mencari titik pusat lingkaran tersebut dengan cara melukiskan / menggambar sebagai berikut :

1. Buat lingkaran (dengan jari-jari sembarang).
2. Tentukan r_1 (sembarang) dan lingkarkan dengan titik pusat di B dahn A hingga berpotongan di titik S dan T.
3. Hubungkan titik S dan T tersebut.
4. Buat garis bantu kedua hingga memotong lingkaran di C dan D.
5. Tentukan r_2 (sembarangan) dan lingkarkan dengan titik pusat C dan D hingga berpotongan di titik U dan V.
6. Hubungkan U dan V hingga berpotongan dengan garis per-panjangan ST di titik W inilah pusat dari lingkaran tersebut.

a.c. Panjang Busur



Gambar C. 36 Panjang Busur

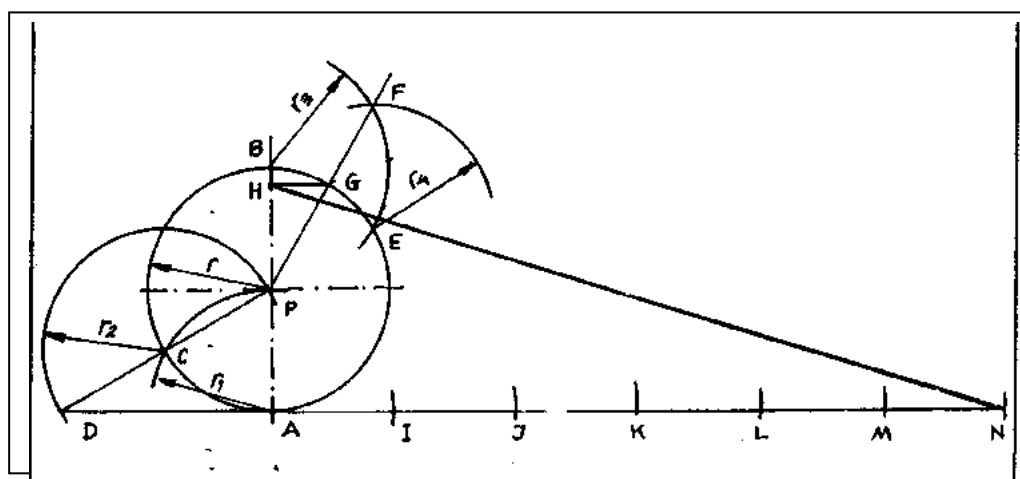
Untuk menentukan panjang busur lingkaran yang mempunyai sudut $\theta < 90^\circ$ (lihat gambar diatas) dapat dilukis dengan cara sebagai berikut :

1. Buat lingkaran OP dengan jari-jari r dan titik pusat di A
2. Tentukan r_1 (sembarang) dan lingkarkan dengan titik pusat di O dan P hingga berpotongan di Q
3. Tarik garis dari A ke Q berpotongan dengan busur lingkaran yang berjari-jari r di titik R
4. Tarik garis dari R ke Q dan perpanjang
5. Tentukan $r_2 = OR$ sdan lingkarkan dari titik pusat O hingga memotong perpanjangan RO di S
6. Buat garis tegak lurus melalui O (OA-OT)
7. Lingkarkan busur dengan jari-jari $r_3 = SP$ dengan titik pusat di S hingga memotong garis singung (tegak) di T didapat $OP = OT$ (panjang OP sama dengan panjang garis OT)

a.d. Menentukan Panjang Keliling Lingkaran

Untuk menentukan panjang keliling lingkaran dengan cara lukisan dilaksanakan dengan cara sebagai berikut :

1. Tentukan garis sumbu lingkaran dengan titik pusat P dan lingkaran jangka yang mempunyai jari-jari r sehingga memotong garis sumbu tegak di titik A dan B.
2. Tentukan $r_1 = r$, lingkarkan dengan titik pusat di A hingga memotong lingkaran di titik C.
3. Dengan tidak merubah jangka $r_2 = r_1 = r$, lingkarkan r_2 dengan titik pusat di C.
4. Tarik garis dari P ke C dan perpanjang hingga memotong busur lingkaran di titik D.
5. Tarik garis dari D ke A dan perpanjang kekanan.
6. Tentukan $r_3 = r$ dan lingkarkan dengan titik pusat di B sehingga memotong lingkaran di E.
7. Pindahkan jangka yang mempunyai jari-jari $r_4 = r_3$ dengan titik pusat di E hingga memotong di titik F.
8. Hubungkan F dengan P hingga memotong lingkaran di titik G.
9. Tarik garis mendatar dari titik D ke kiri hingga di dapat H.
10. Tentukan $AN = 6r$ dan tarik dari H ke N ($NH = \text{keliling lingkaran}$).



Gambar C. 37 Panjang Keliling Lingkaran

D. PROYEKSI PIKTORIAL DAN ORTOGONAL

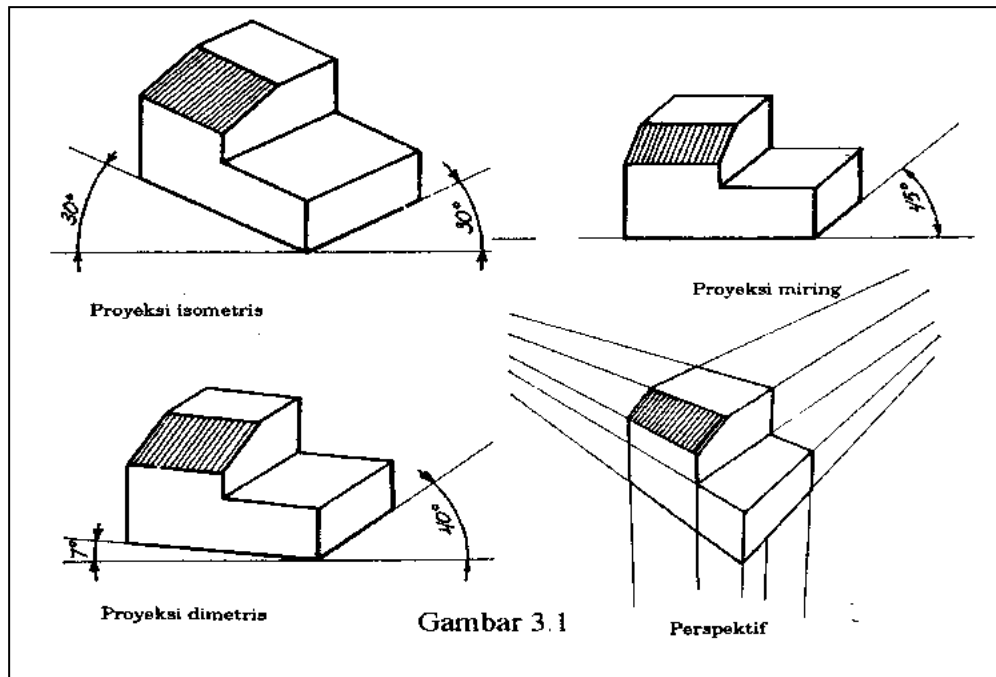
1. Proyeksi Piktorial :

a. Proyeksi Piktorial

Untuk menampilkan gambar tiga dimensi pada sebuah bidang dua dimensi dapat kita lakukan dengan beberapa macam cara proyeksi dengan aturan menggambar beberapa macam cara proyeksi itu antara lain adalah sebagai berikut :

1. Proyeksi pictorial dimensi
2. Proyesi pictorial isometri
3. Proyeksi pictorial miring
4. Perspektif

Untuk membedakan masing-masing proyeksi tersebut dapat kita lihat pada gambar 3.1.



Gambar D. 1 Proyeksi Piktorial

b. Proyeksi Isometris

• Ciri proyeksi Isometris

Untuk mengetahui suatu gambar disajikan dalam bentuk proyeksi isometri atau untuk menyajikan gambar tiga dimensi pada bidang proyeksi isometri perlu kiranya kita

mengetahui terlebih dahulu ciri dan syarat untuk membuat gambar dengan proyeksi tersebut adapun ciri gambar dengan proyeksi isometri adalah :

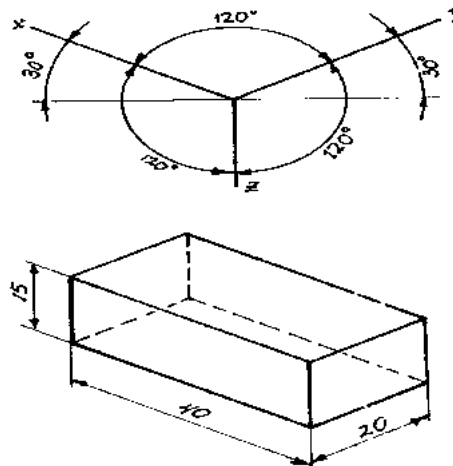
1). Ciri pada sumbu

- a. Sumbu x dan sumbu y mempunyai 30° terhadap garis mendatar
- b. Sumbu antara satu dengan yang lain 120°

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 3.2

2). Ciri Ukuran

Panjang gambar pada masing–masing sumbu sama dengan panjang benda yang digambarnya (lihat gambar 4.3)



Gambar D. 2 Proyeksi Isometris

- **Penyajian Proyeksi Isometri**

Penyajian gambar dengan proyeksi dapat dilakukan dengan kedudukan normal terbalik atau horisontal.

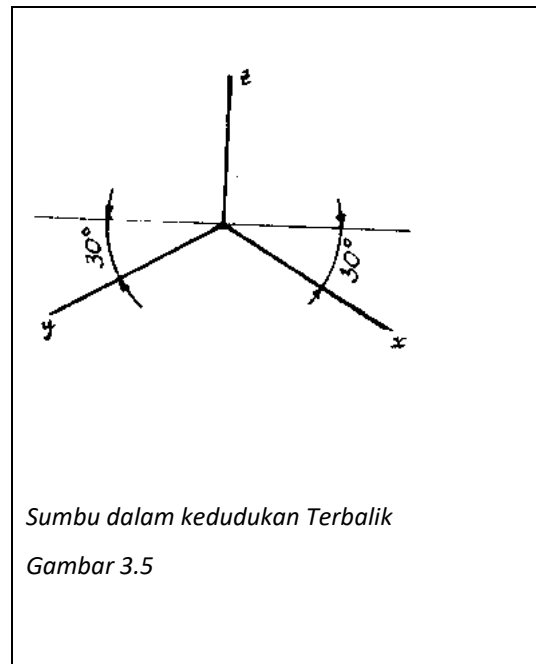
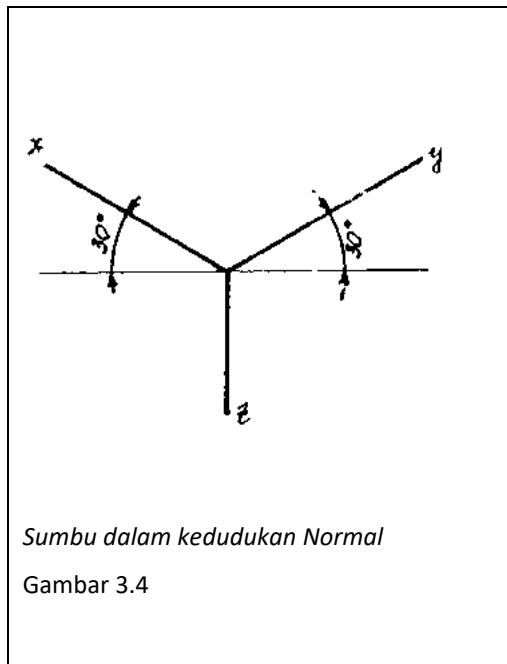
1. *Proyeksi isometri dengan kedudukan terbalik*

Kedudukan normal mempunyai sumbu dengan sudut–sudut seperti tampak pada gambar 3.4.

2. *Proyeksi Isometri dengan kedudukan terbalik*

Mengenai hal ini dapat dilaksanakan dalam dua cara yaitu :

- a. Memutar gambar dengan sudut 180° ke kanan dari kedudukan normal, sesuai dengan kedudukan sumbunya (lihat gambar 3.5 berikut).

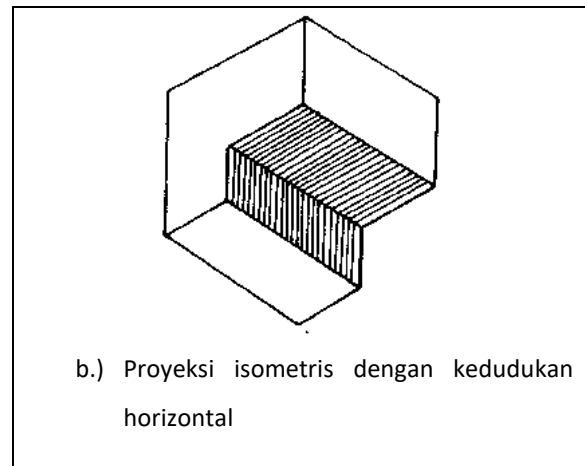
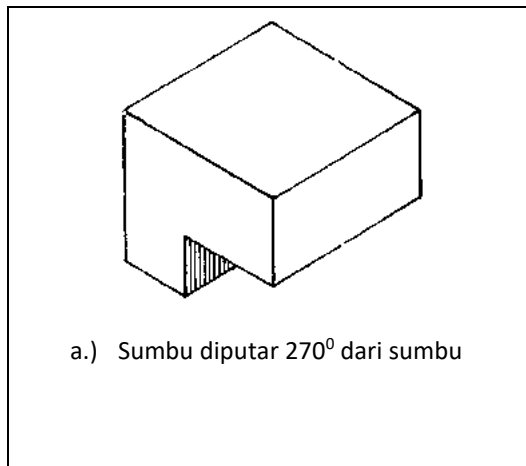


Gambar D. 3 Proyeksi Isometris 180° ke kanan

- b. Mengubah kedudukan benda yang digambar dengan tujuan untuk memperlihatkan bagian bawah benda tersebut (lihat gambar 4.6 dan 4.7 berikut !).

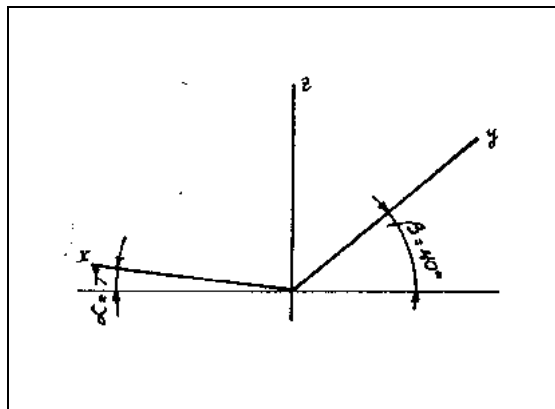
3. *Proyeksi Dengan kedudukan Horisontal*

- a. Sebagaimana cara yang dilakukan untuk menggambar kedudukan proyeksi isometri terbalik yaitu dengan memutar sumbu utama 180° dari sumbu normal, maka untuk kedudukan horisontalnya 270° kekanan dari kedudukan sumbu normalnya lihat gambar.
- a. Mengubah kedudukan benda yaitu untuk memperlihatkan bagian samping kiri (yang tidak terlihat) sebagaimana terlihat pada gambar 4.9.



Gambar D. 4 Proyeksi Isometris Kedudukan Horizontal

c. Proyeksi Dimetris

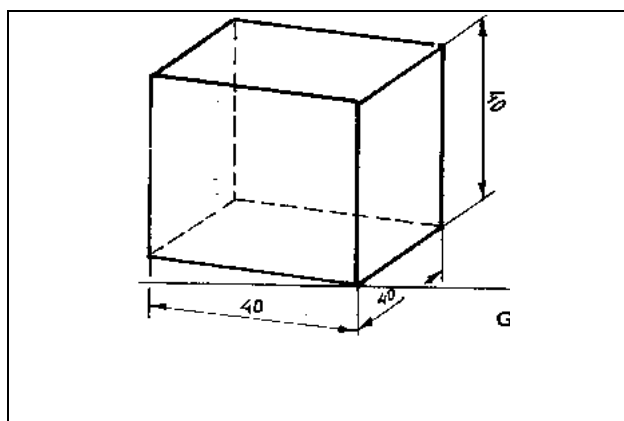


Gambar D. 5 Proyeksi Dimetris

Proyeksi dimetri mempunyai ketentuan :

1. Sumbu utama mempunyai $\alpha = 7^\circ$ dan $\beta = 40^\circ$ (lihat gambar 4.10)
2. Perbandingan skala ukuran pada sumbu $x = 1:1$, pada sumbu $y = 1:2$ dan pada sumbu $z = 1:1$

Gambar kubus yang digambar dengan proyeksi dimetris di bawah ini mempunyai sisi 40 cm.



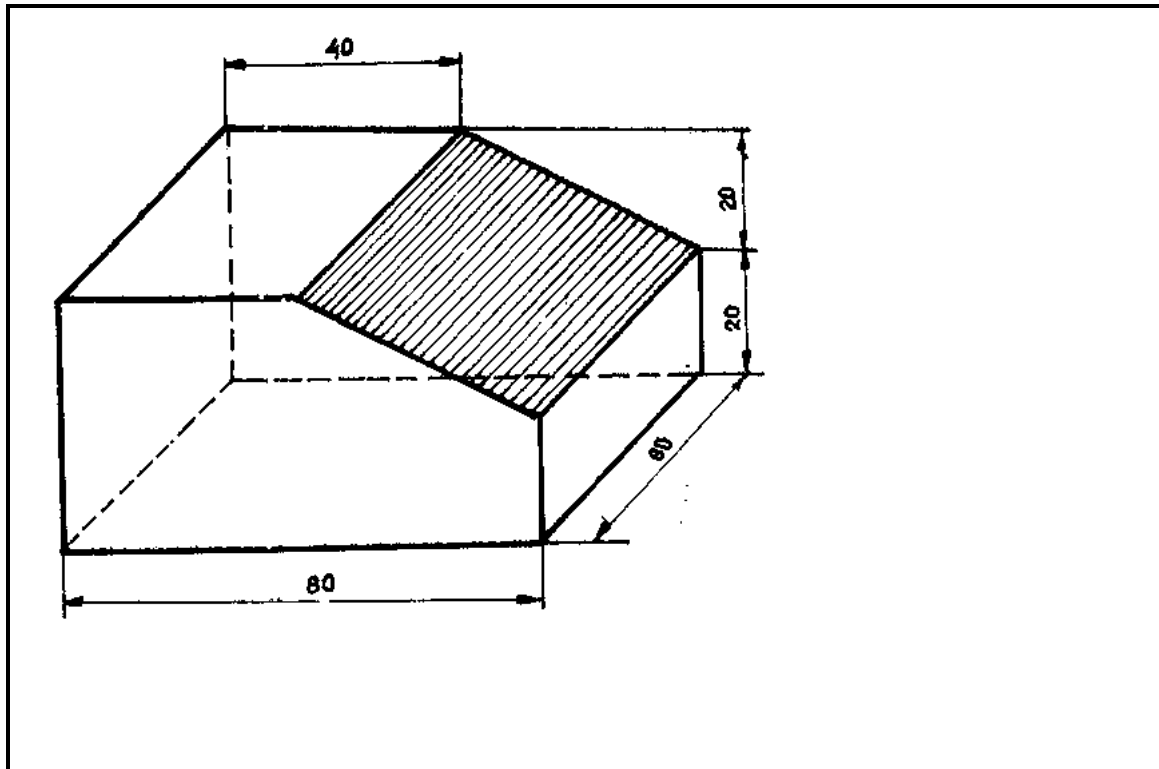
Gambar D. 6 Kubus dengan Proyeksi Dimetris

Keterangan :

- Ukuran pada gambar x digambar 40 mm
- Ukuran gambar pada y digambar $\frac{1}{2}$ nya yaitu 20 mm
- Ukuran pada sumbu z di gambar 40 mm

d. Proyeksi Miring (sejajar)

Pada proyeksi miring sumbu x berhimpit dengan garis horizontal/mendatar dan sumbu y mempunyai sudut 45° dengan garis mendatar skala ukuran untuk proyeksi miring ini sama dengan skala pada proyeksi dimetri yaitu skala pada sumbu x = 1, pada sumbu y = 1:2 dan skala pada sumbu z = 1:1 (lihat gambar dibawah ini).

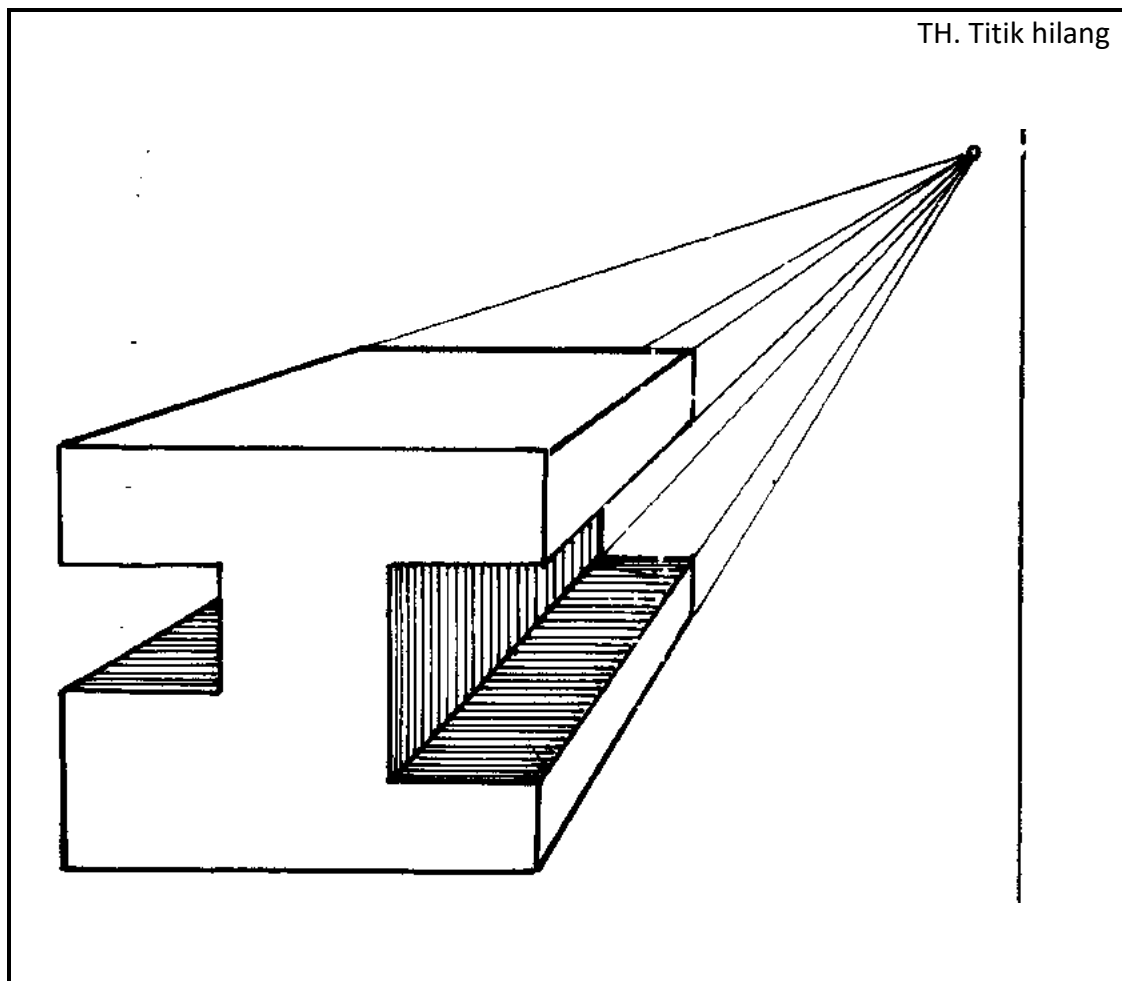


Gambar D. 7 Proyeksi Miring Sejajar

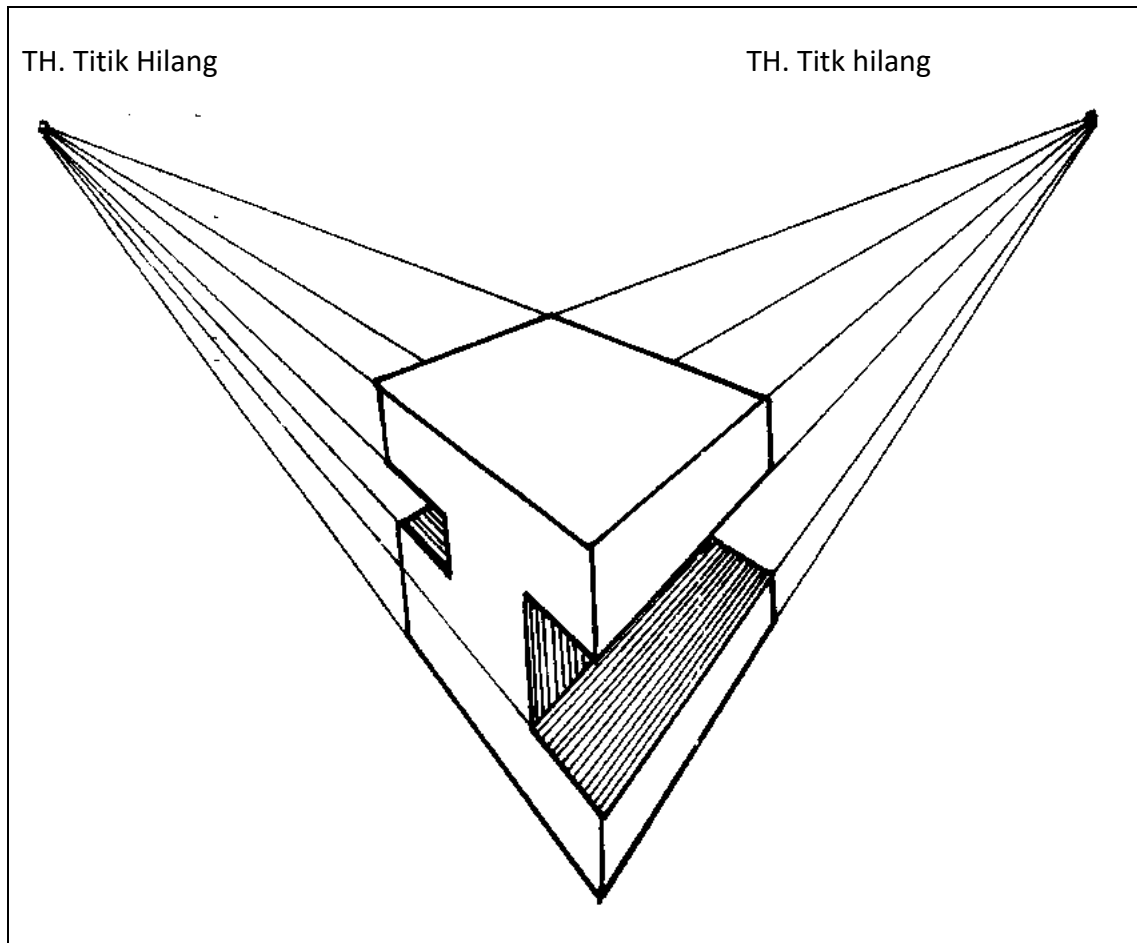
e. Gambar Perspektif

Dalam gambar teknik mesin, gambar perspektif jarang dipakai gambar perspektif dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

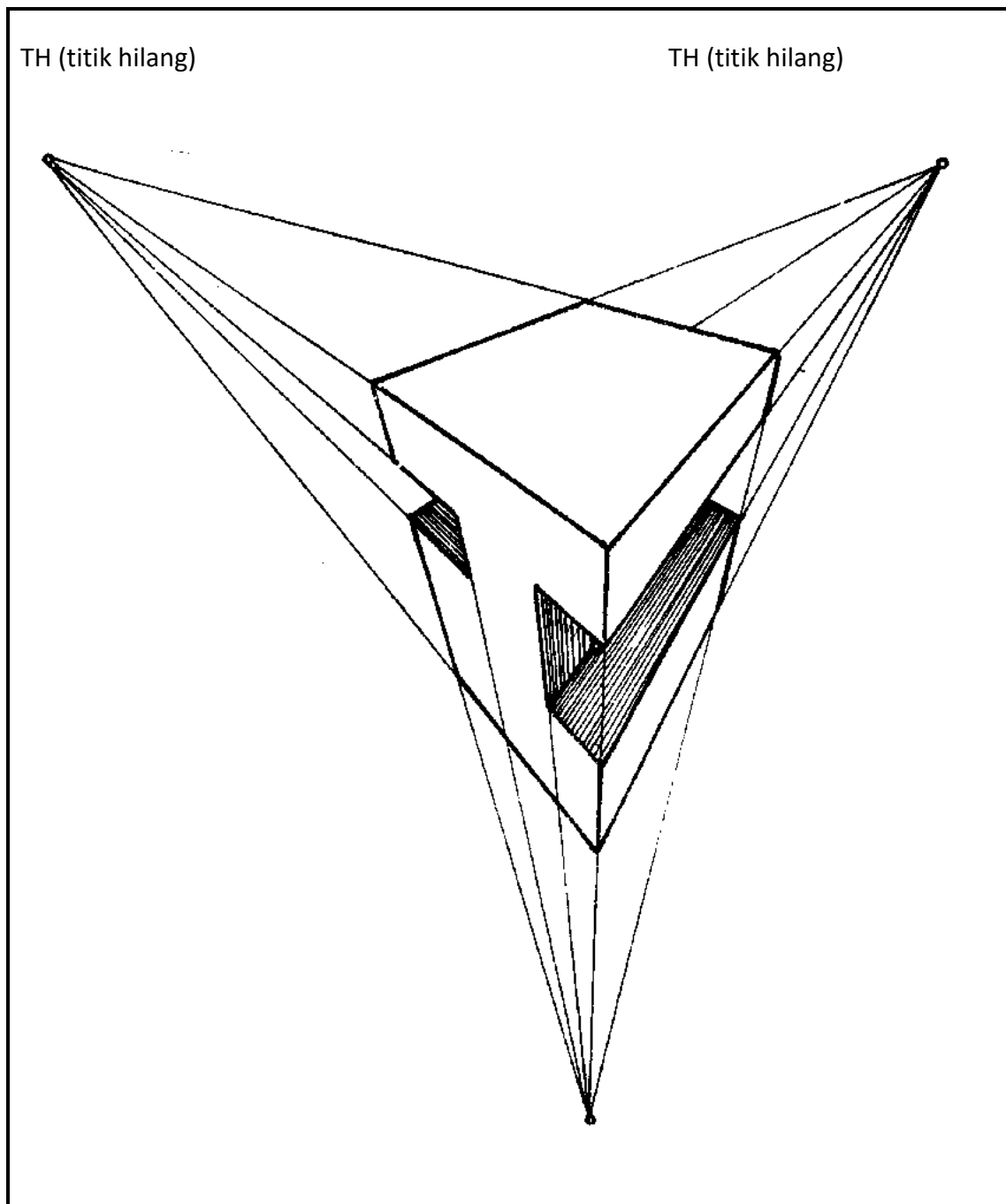
- Perspektif dengan titik satu hilang
- Perspektif dengan dua titik hilang
- Perspektif dengan tiga titik hilang



Gambar D. 8 Perspektif dengan satu titik hilang



Gambar D. 9 Perspektif dengan dua titik hilang

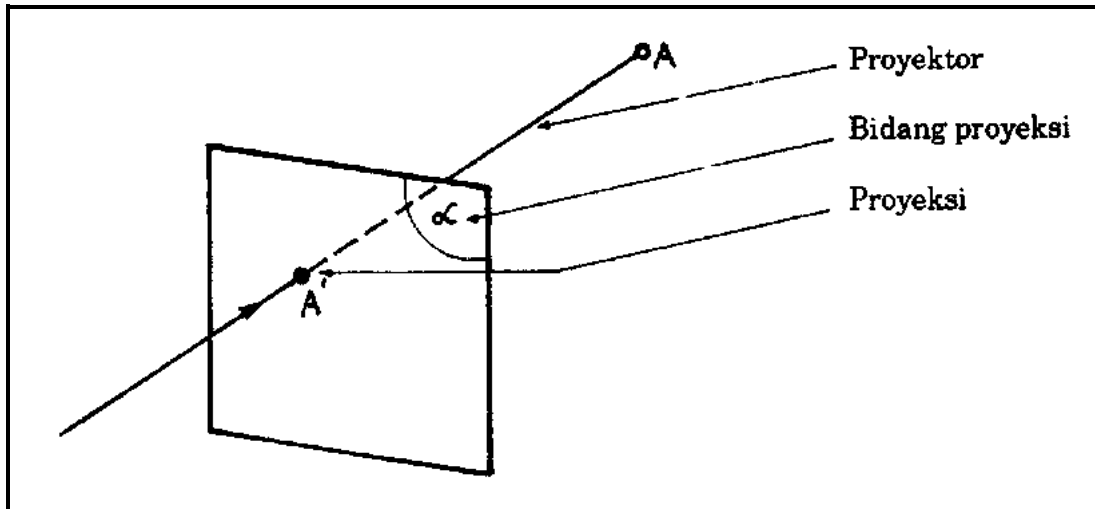


Gambar D. 10 Perspektif dengan tiga titik hilang

2. Proyeksi Otogonal

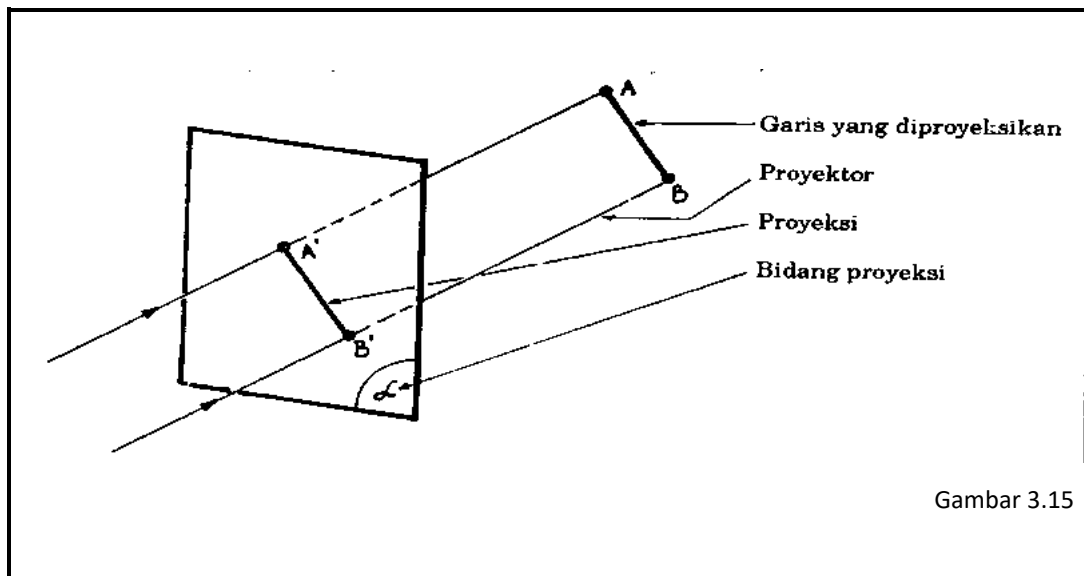
Proyeksi otogonal adalah gambar proyeksi yang bidang proyektnya mempunyai sudut tegak lurus terhadap proyektornya garis-garis yang memproyeksikan benda terhadap dibang proyeksi disebut proyektor (lihat gambar 4.16 dibawah) selain tegak lurus terhadap dibanf proyeksi garis-garis proyektornya juga sejajar satu sama lain.

a. Proyeksi Otogonal dari sebuah titik



Gambar D. 11 Proyeksi Otogonal dari sebuah titik

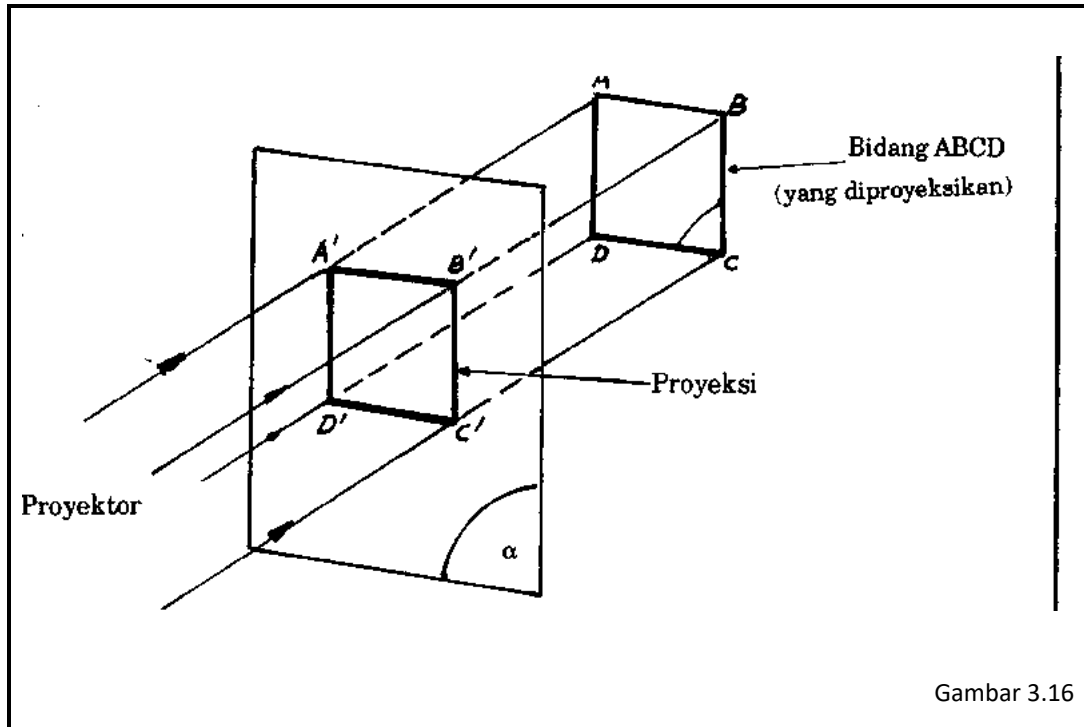
b. Proyeksi Ortogonal dari sebuah Garis



Gambar 3.15

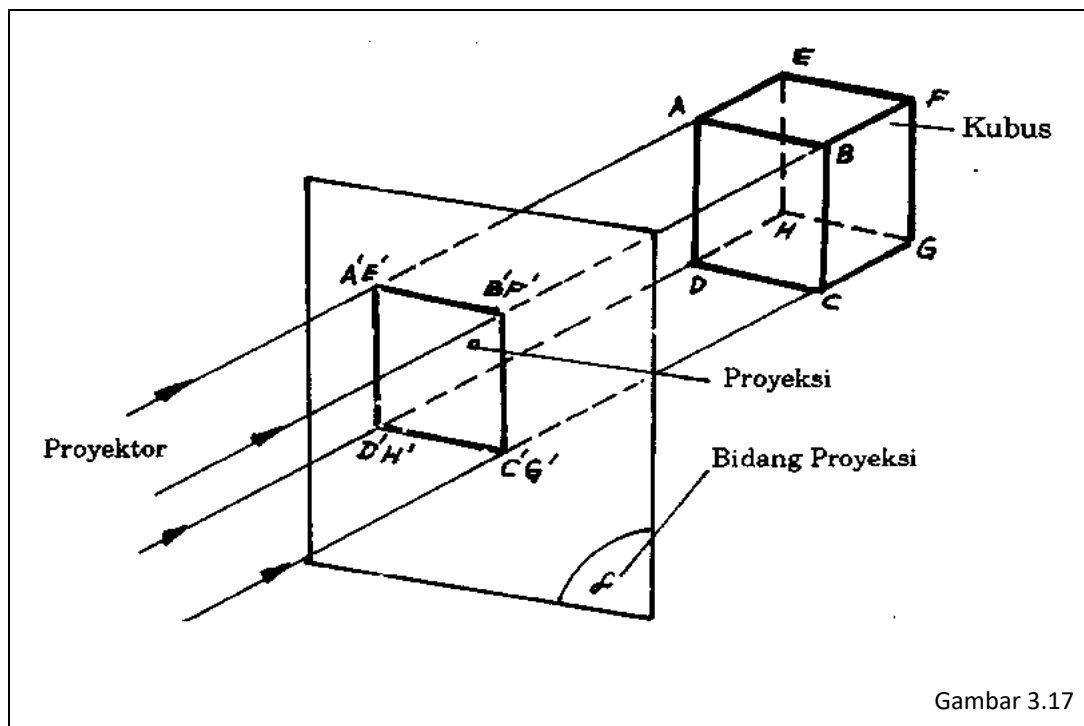
Gambar D. 12 Proyeksi Ortogonal dari sebuah Garis

c. Proyeksi otogonal dari sebuah bidang



Gambar D. 13 Proyeksi otogonal dari sebuah bidang

d. Proyeksi Otogonal dari sebuah Benda

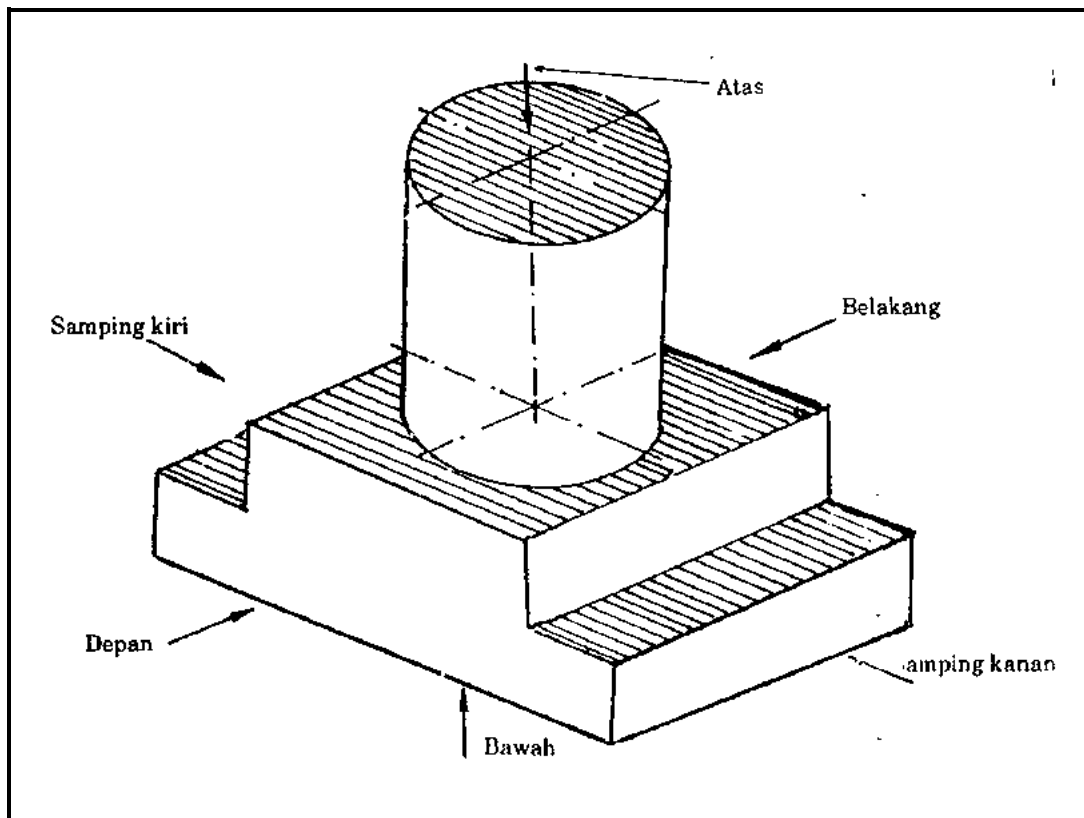


Gambar D. 14 Proyeksi Otogonal dari sebuah Benda

3. Macam–macam Pandangan

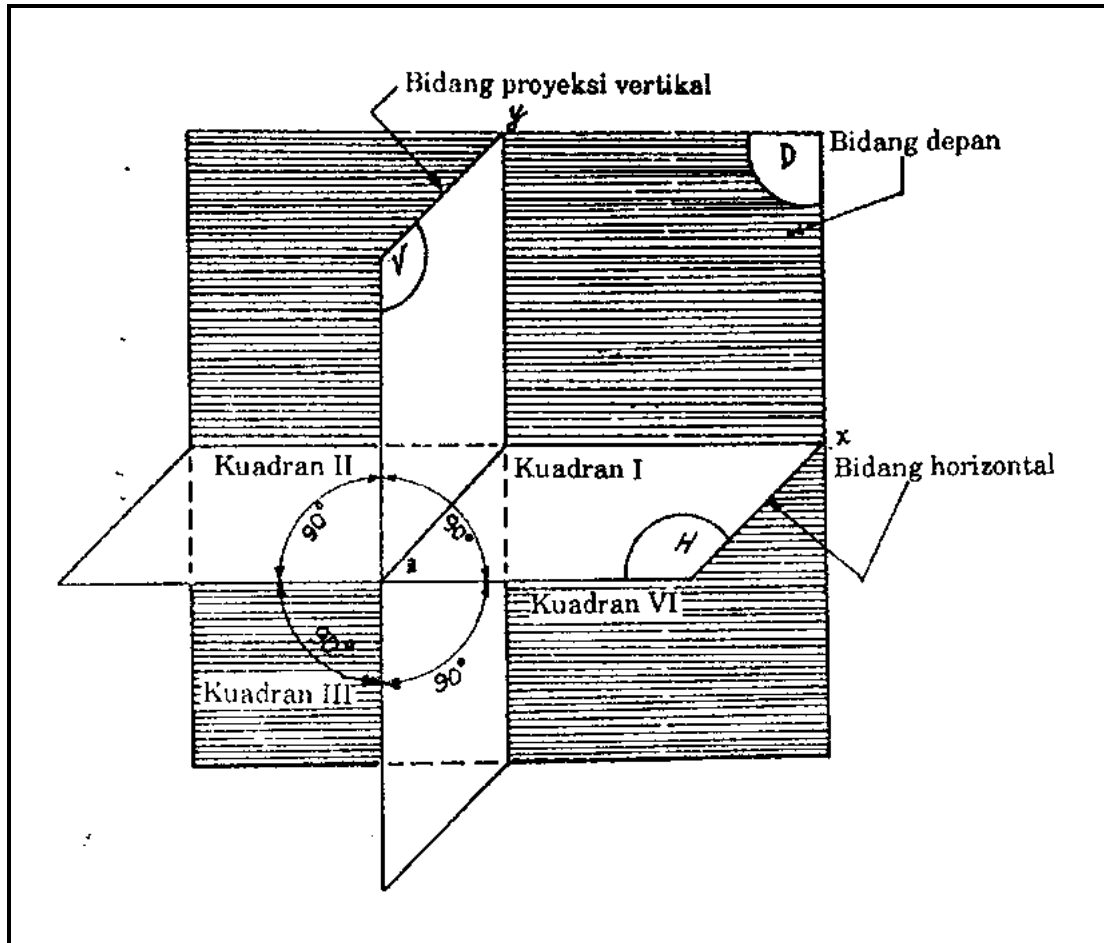
Untuk memberikan informasi lengkap suatu benda tiga dimensi dengan gambar orthogonal biasanya memerlukan lebih dari satu bidang proyeksi.

- Gambar Proyeksi pada bidang proyeksi di depan disebut pandangan depan
- Gambar proyeksi pada bidang proyeksi diatas denba disebut pandangan atas
- Gambar proyeksi pada bidang proyeksi di sebelah kanan benda disebut pandangan samping kanan dan demikian seterusnya.



Gambar D. 15 Macam-macam Pandangan

4. Bidang–bidang proyeksi



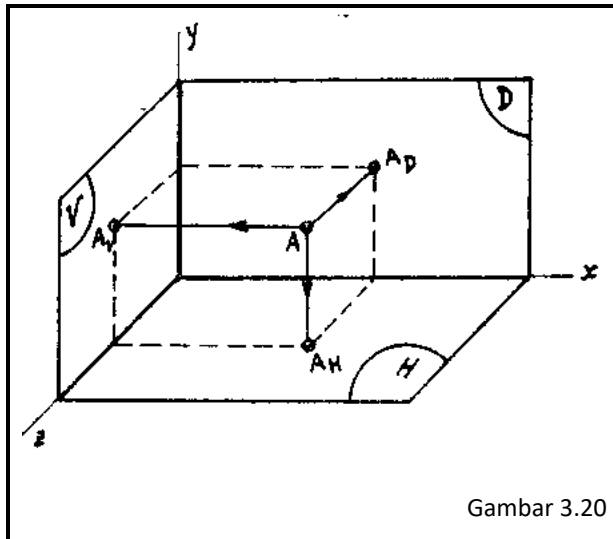
Gambar D. 16 Bidang-bidang Proyeksi

Suatu ruangan dibagi menjadi empat bagian yang dibatasi oleh bidang depan, bidang Vertikal, dan bidang horizontal ruang yang dibatasi terkenal dengan sebutan Kuadran Ruang diatas bidang H didepan bidang D dan disamping kanan Bidang V disebut kuadran I. Ruangan yang berada diatas bidang H di depan bidang D, dan sebelah kiri bidang V disebut kuadran II Ruang sebelah kiri bidang V dibawah bidang H dan didepan bidang D disebut kuadran III. Ruang yang berada di bawah bidang H di depan bidang D dan disebelah kanan bidang V disebut kuadran IV.

a. Proyeksi Kuadran I (Proyeksi Eropa)

Bila suatu benda diletakan diatas bidang horizontal didepan bidang D (depan) kanan bidang V (vertical) maka benda tersebut berada du kuadran I jika benda yang

terletak di kuadran I kita proyeksikan terhadap bidang– bidang H, V dan D maka akan dapat digambar proyeksi dan proyeksi disebut proyeksi pada kuadran I yang terkenal juga dengan Proyeksi Eropa gambar 3.20 memperlihatkan titik yang terletak di kuadran I (lihat gambar 3.20).



Keterangan :

A = Titik kuadran – I

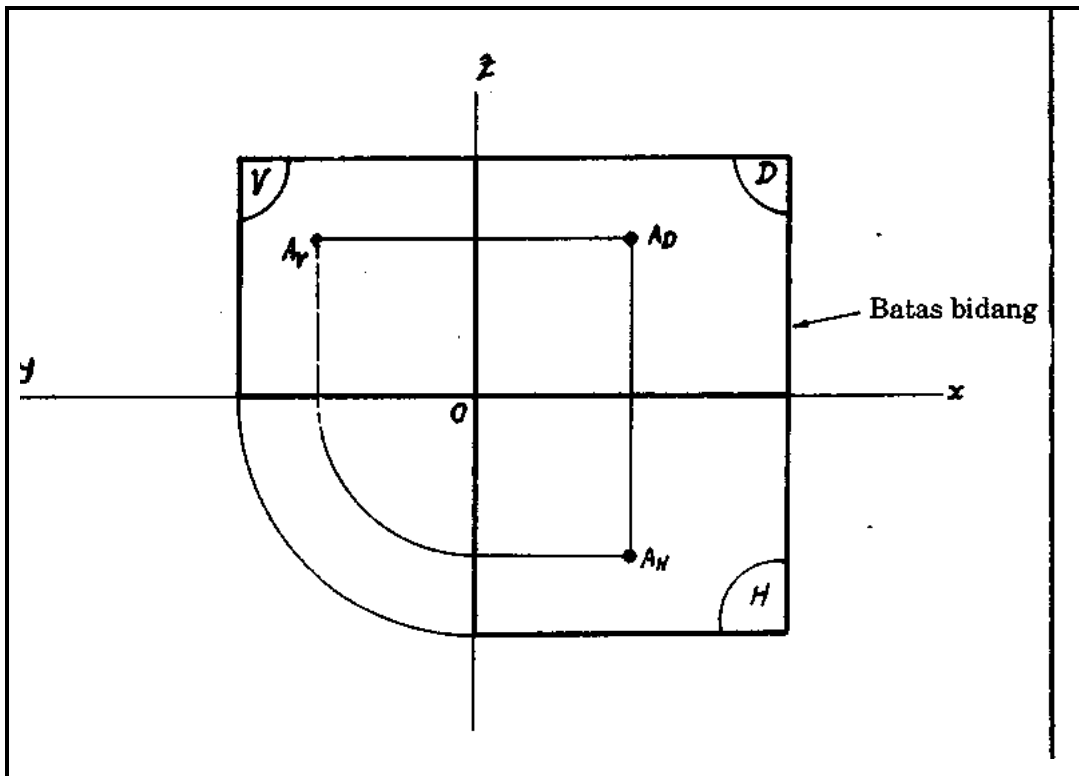
A_p = Proyeksi titik A bidang D
(depan)

A_v = Proyeksi titik A bidang V
(vertical)

A_h = Proyeksi titik A di bidang H
(horizontal)

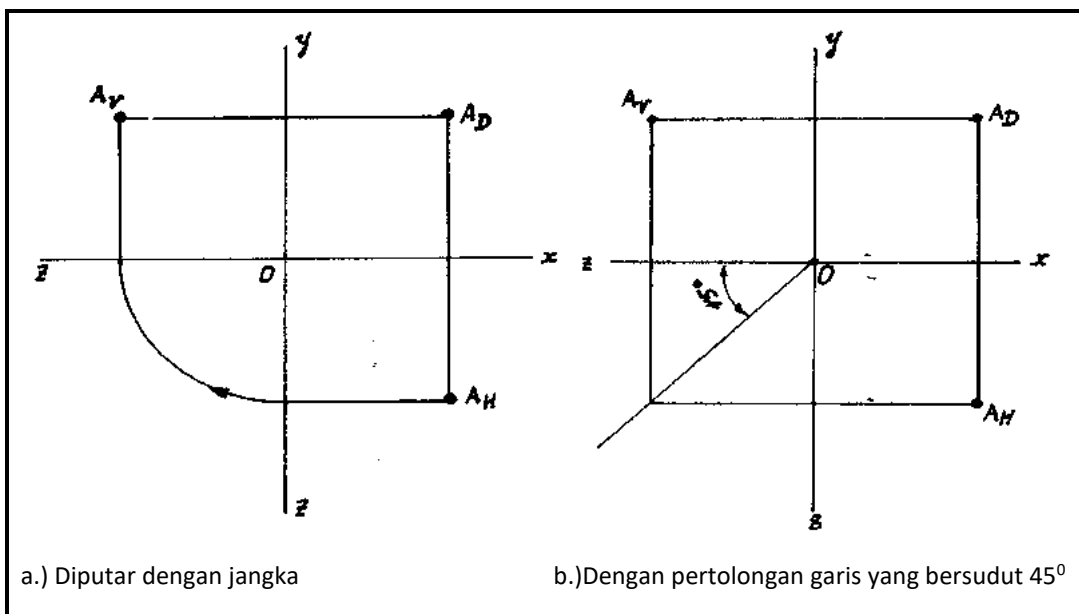
Gambar D. 17 Proyeksi Kuadran 1 (Proyeksi Eropa)

Bila ketiga bidang yang saling tegak lurus tersebut dibuka maka sumbu x dan y sebagai pusatnya dan sumbu z merupakan sumbu yang dibuka/ dipisah seperti gambar berikut :



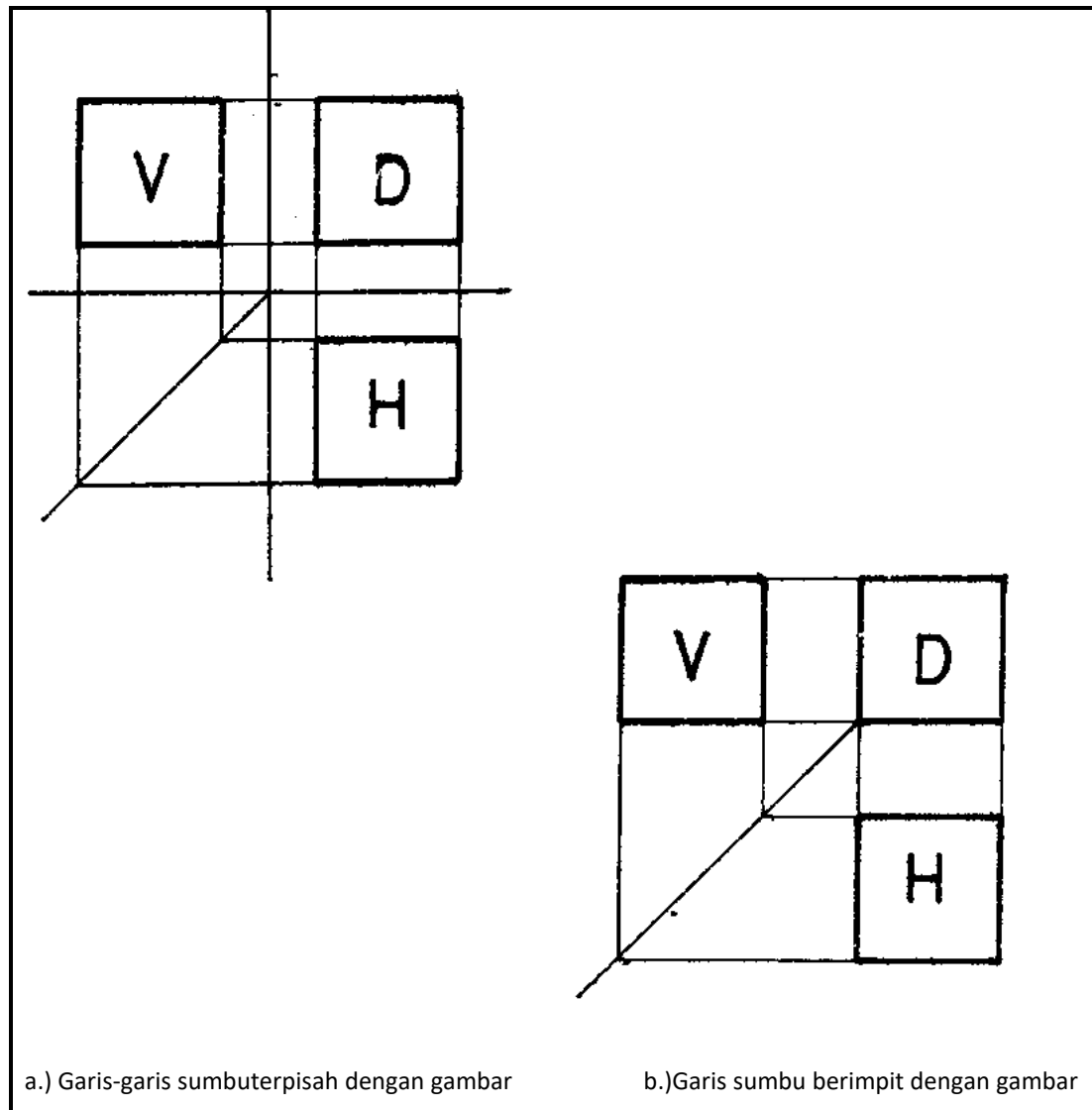
Gambar D. 18 Bidang Batas Benda di Kuadran 1

Selanjutnya batas-batas bidang dihilangkan menjadi bentuk dibawah ini.



Gambar D. 19 Batas bidang yang Hilang

Bila penempatan benda kuadran I tidak teratur maka untuk menempatkan sumbu dapat disederhanakan dengan ruangan yang tersedia penyederhanaan dapat dilakukan seperti gambar.

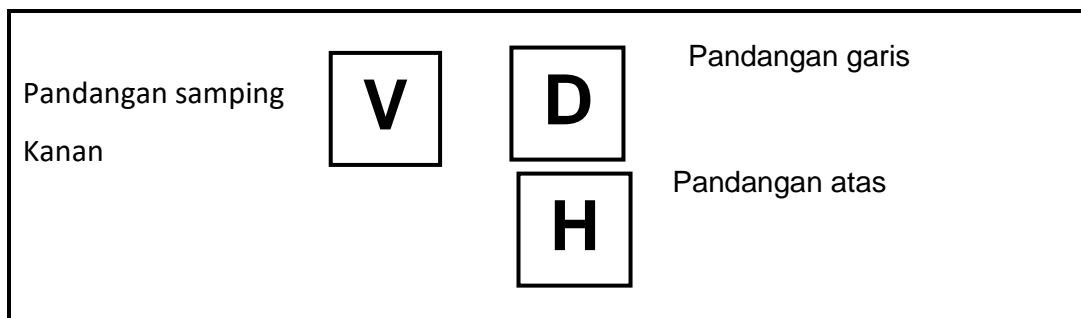


Gambar D. 20 Penempatan Benda Kuadran 1

Penampilan gambar

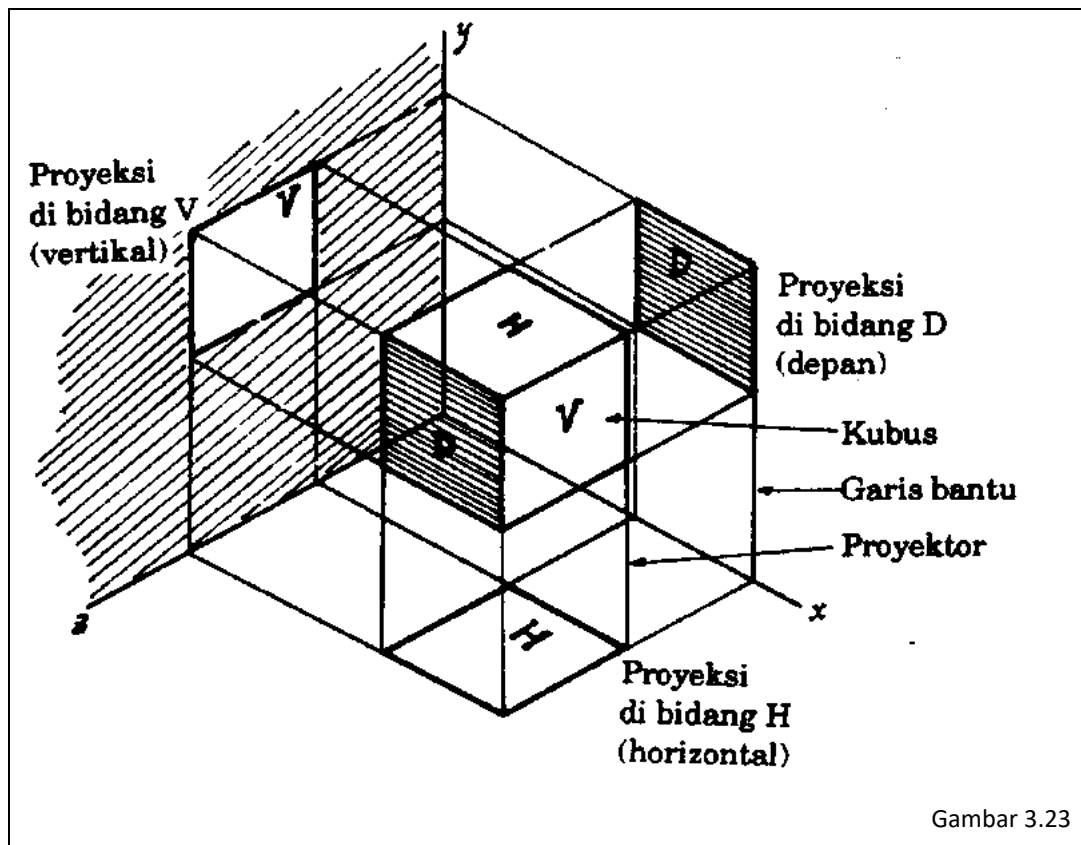
Untuk menampilkan gambar berikutnya garis sumbu dan garis bantu lainnya tidak diperlukan lagi jadi yang tampak hanya pandangan saja (lihat gambar 2.24c), perlu ditegaskan kembali bahwa untuk proyeksi di kuadran I (proyeksi Eropa) penempatan

pandangan samping kanan berada di sebelah kiri pandangan depannya sedangkan pandangan atas berada dibawah pandangan depannya.

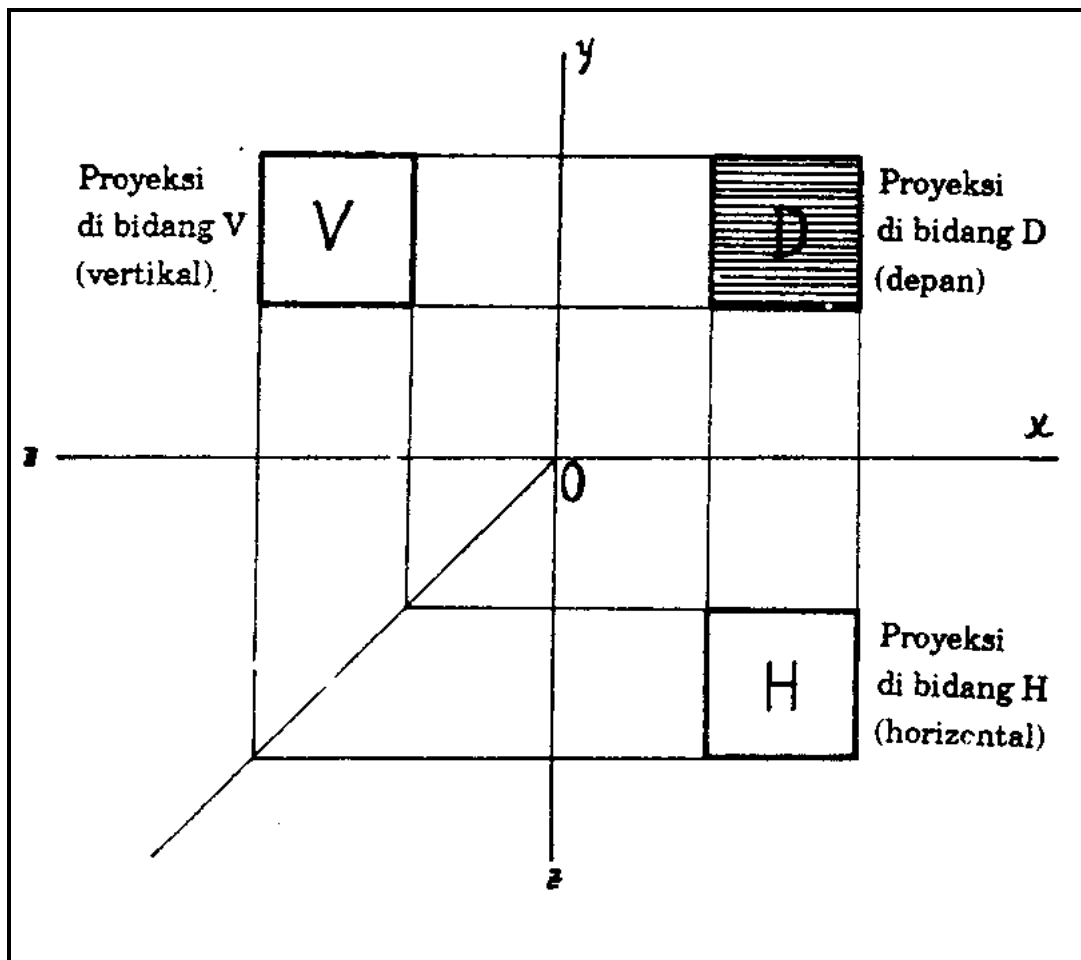


Gambar D. 21 Tanpa Garis Bantu

- **Proyeksi sebuah kubus yang terletak di kuadran 1**



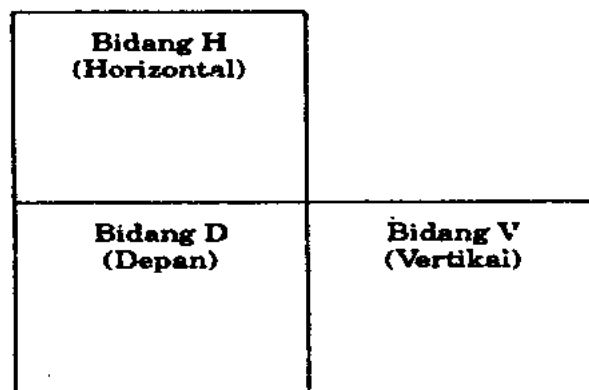
Gambar D. 22 Proyeksi Kubus di Kuadran 1



Gambar D. 23 Posisi Kuadran 1

b. Proyeksi di Kuadran III (Proyeksi Amerika)

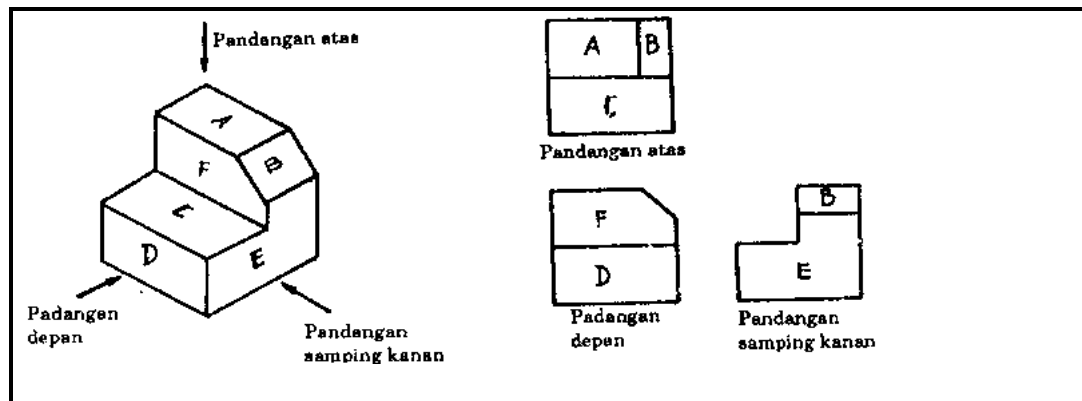
Bidang-bidang H, V, dan D untuk proyeksi di kuadran III (proyeksi Amerika) yang telah dibuka adalah sebagai berikut :



Gambar D. 24 Proyeksi Kuadran III

- Pada bidang H ditempatkan pandangan atas
- Pada bidang D ditempatkan pandangan depan
- Pada bidang V ditempatkan pandangan samping kanan

Contoh :

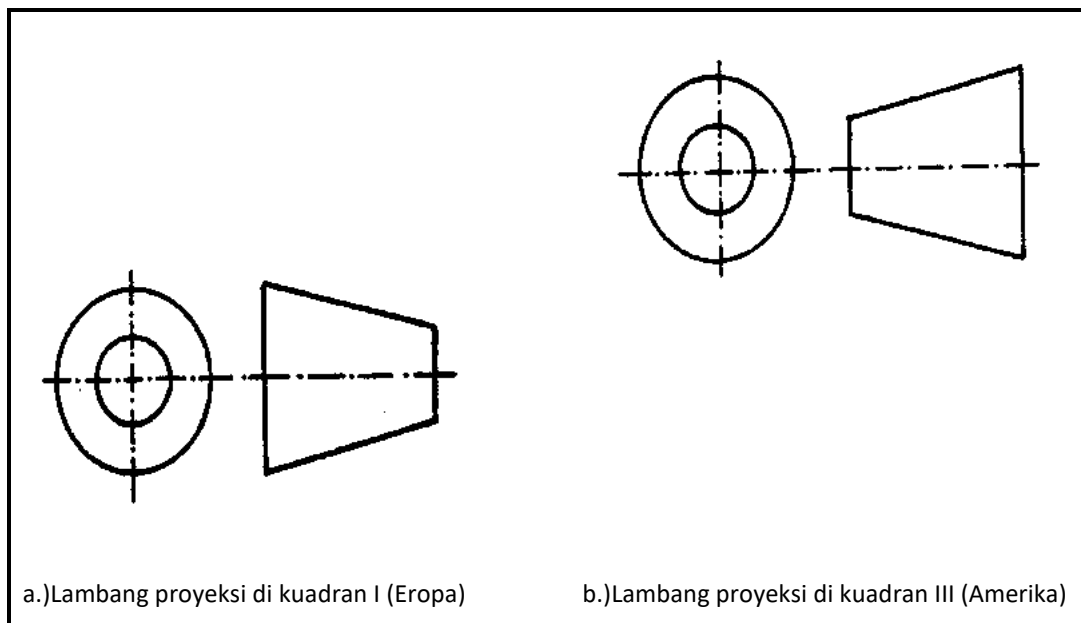


Gambar D. 25 Contoh Kuadran III

c. Simbol Proyeksi

Untuk membedakan gambar proyeksi di kuadran I dan gambar/proyeksi di kuadran III perlu di beri lambing proyeksi dalam standart ISO (ISO/DIS 128) telah ditetapkan bahwa cara kedua proyeksi boleh di pergunakan sedang untuk keseragaman ISO, gambar sebaliknya digambar menurut proyeksi sudut pertama (kuadran I atau kita kenal; sebagai proyeksi Eropa).

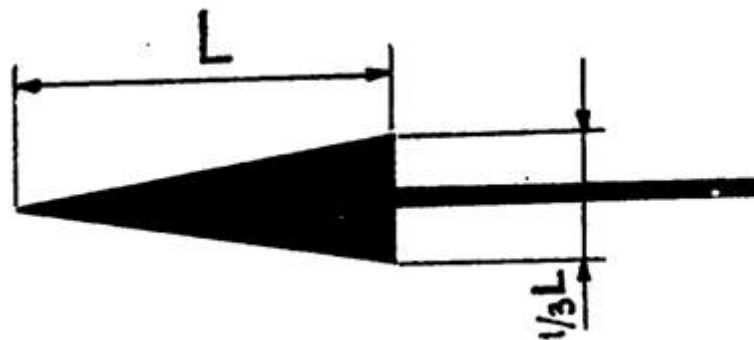
Dalam sebuah gambar tidak diperkenankan terdapat gambar dengan menggunakan kedua proyeksi secara bersamaan. Simbol proyeksi ditempatkan disisi kanan bawah kertas simbol/lambing proyeksi tersebut adalah sebuah kerucut terpancung (lihat gambar).



Gambar D. 26 Lambang Proyeksi

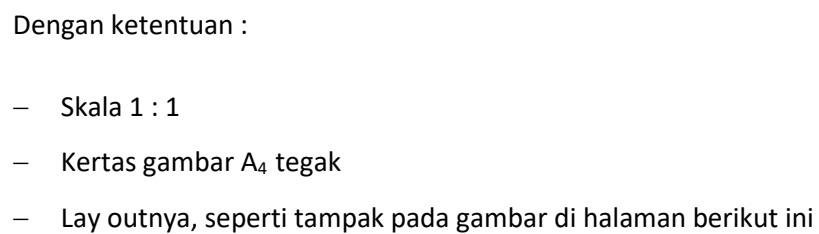
d. Anak Panah

Anak panah digunakan untuk menunjukan batas ukuran dan tempat/posisi atau arah potongan sedangkan ukuran ditempatkan di atas garis ukur atau sisi ukur (lihat gambar 3.28 dan 3.29).



Gambar D. 27 Anak Panah

Buatlah pandangan depan , atas , dan samping kanan dari SUMBAT KATUP di bawah dengan proyeksi “ Eropa” (S1) dan ”Amerika” (D3)!



DAFTAR PUSTAKA

- Adityo. (2016) Pengaruh Kemampuan Membaca Gambar Kerja dan Pemahaman Teori Pengukuran terhadap Kemampuan Membubut Siswa Kelas XI Teknik Mesin SMK Ma'arif Salam Tahun Ajaran 2015/2016. Skripsi: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Arikunto, Suharsimi. (2007). Manajemen Penelitian. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Bob dan Anik Anwar. 1983. Pedoman Pelaksanaan Menuju Pra Seleksi Murni. Bandung : Ganesa Exact.
- Kardun. (1999). Ilmu Proyeksi. Jakarta: Bumi Aksara
- Mesiono, Asrul dan Syafaruddin. Inovasi Pendidikan (suatu analisis terhadap kebijakan baru pendidikan). (Medan : Perdana Publishing), 2012.
- Mursid, R dan Triono, Selamat. (2000). Menggambar Teknik. Medan: FPTK IKIP Medan. Nazir. (1999). Metode Penelitian. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Ritonga, Samsudin. (2012) Hubungan Kemampuan Membaca Gambar Teknik dengan Hasil Praktek Pemesinan Siswa Tingkat II Kompetensi Keahlian Teknik Mesin Perkakas di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan Tahun Pelajaran 2011/2012. Skripsi: Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan.
- Sato, Takeshi, Hartanto, Sugiarto, N. (2003). Menggambar Mesin Menurut Standart ISO. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Slamteo. (2010) Belajar dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya
- Sudjana. (2005). Metoda Statistika. Bandung: Tarsito.
- Sudjana. 1992. Metode Statistika Edisi kelima. Bandung : Tarsito
- Sugiyono. (2009). Metode Penelitian Pendidikan. Bandung: Alfabeta Sukardi. (1987). Bimbingan dan Penyuluhan. Surabaya: Usaha Nasional. 62
- Sumbodo, Wirawan. (2008) Tenkik Produksi Mesin Industri Jilid 2 untuk Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta: PT. Macanan Jaya Cemerlang.
- Undang-Undang SISDIKNAS (Sistem Pendidikan Nasional). Jakarta: Fokus Media
- Usman, Moh. Uzer. (2000). Menjadi Guru Profesional. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.
- Wanto, Mas'ud. (2012) Hubungan Antara Kemampuan Membaca Gambar Teknik dan Pengetahuan Dasar Mesin Terhadap Hasil Praktik Perbaikan Motor Otomotif Siswa Tingkat I SMK PAB 12 Saentis Deli Serdang Tahun Ajaran 2011/2012. Skripsi: Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan.